



**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ**



ФАКУЛЬТЕТ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
58-Й НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ АСПИРАНТОВ,
МАГИСТРАНТОВ И СТУДЕНТОВ БГУИР**

МИНСК 2022

**Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ
Факультет компьютерного проектирования**

ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

*Сборник материалов
58-й научной конференции аспирантов, магистрантов
и студентов БГУИР*

УДК 621.38

ББК 32.85

Э45

Редакционная коллегия:

Главный редактор:

Лихачевский Д.В. – декан факультета компьютерного проектирования, кандидат технических наук, доцент

Заместитель главного редактора:

Пискун Г.А. – заместитель декана факультета компьютерного проектирования, кандидат технических наук, доцент

Члены редколлегии:

Алексеев В.Ф. – доцент кафедры проектирования информационно-компьютерных систем, кандидат технических наук, доцент;

Казак Т.В. – заведующий кафедрой инженерной психологии и эргономики, доктор психологических наук, профессор

Ланин В.Л. – профессор кафедры электронной техники и технологии, доктор технических наук, профессор

Матюшков В.Е. – начальник центра научно-технических программ и научной работы ОАО "Планар", доктор технических наук, профессор

Петлицкий А.Н. – директор Государственного центра "Белмикросистемы" научно-технического центра "Белмикросистемы" ОАО "ИНТЕГРАЛ", кандидат физико-математических наук

Электронные системы и технологии [Электронный ресурс]:

Э 45 сборник материалов 58-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 18–22 апреля 2022 г. / редкол.: Д. В. Лихачевский [и др.]. – Минск : БГУИР, 2022. – 925 с. : ил. – Режим доступа : <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/46926>. ISSN 2410-4655.

В сборнике опубликованы материалы докладов, представленных на 58-й НК аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, по направлению «Электронные системы и технологии». Авторами рассматриваются вопросы имитационного моделирования, численных методов, новых информационных технологий в образовании, радиоэлектронике, телекоммуникациях, вычислительных сетях, а также возможности современных систем автоматизированного проектирования.

Материалы одобрены оргкомитетом и публикуются с учетом того, что авторская позиция и стилистические особенности публикаций полностью сохранены при соблюдении требований к оформлению материалов.

Сборник предназначен для широкого круга специалистов в области электронных систем и технологий. Представленные материалы будут полезны научным и инженерно-техническим работникам, преподавателям, аспирантам, магистрантам и студентам технических вузов. Сборник индексируется в РИНЦ.

УДК 621.38

ББК 32.85

ISSN 2410-4655

© Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 2022



Приветственное слово к участникам 58-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР

Дорогие друзья, уважаемые коллеги и участники конференции!

Я рад приветствовать вас на ежегодной научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники по направлению «Электронные системы и технологии».

Хотелось бы отметить традиционно высокий интерес к конференции, что демонстрирует важность и востребованность этого мероприятия. С каждым годом к ней присоединяются новые участники из различных учреждений образования Республики Беларусь, а также из ведущих ВУЗов Российской Федерации.

Сегодня с уверенностью можно сказать, что научный вектор, заданный конференцией, достиг желаемого результата: была создана молодежная дискуссионная площадка, на которой происходит обмен знаниями по новейшим достижениям в области электронных систем и технологий.

Не стоит забывать, что процесс интеграции различных уровней образовательной, научной и предпринимательской среды, сформированной в рамках концепции «Университет 3.0», – это тенденция, которая постепенно охватывает все страны мира, в том числе и Республику Беларусь. И неслучайно в последние годы много говорится о создании таких инновационных форм взаимодействия, как технопарки, бизнес-инкубаторы, кластеры по работе с одаренной молодежью и т.д., которые смогут объединить научно-образовательный потенциал участников. Важно осознать, что подготовка высококвалифицированных специалистов – задача не отдельно взятого университета, а всей образовательной системы в тесной взаимосвязи с производством. Именно поэтому проводимая конференция призвана объединять вузовскую молодежь и демонстрировать представителям реального сектора экономики свои инновационные разработки и достижения.

На протяжении долгих лет наш факультет является кузницей ведущих инженерных кадров в Республике Беларусь, а также подготавливает специалистов по востребованным, престижным и перспективным специальностям ИТ-области, с учетом мировых тенденций развития науки, техники и технологий.

Выражаю благодарность всем участникам конференции и гостям, которые нашли время, чтобы принять участие в ней.

Желаю плодотворных дискуссий и новых достижений!

***Декан факультета компьютерного проектирования,
кандидат технических наук, доцент,
председатель комиссии по организации и проведению
58-й научной конференции аспирантов, магистрантов и
студентов по направлению «Электронные системы и
технологии»
Д.В. ЛИХАЧЕВСКИЙ***

Статистика по 58-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Ведущие учреждения образования Республики Беларусь, принявшие участие в конференции



Участники БГУИР (по кафедрам)



Ведущие учреждения образования Российской Федерации, принявшие участие в конференции



Количество участников конференции различных степеней обучения



СЕКЦИЯ 1
«ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ»

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ОПЕРАТОРОВ ВЫБОРА РОДИТЕЛЬСКОЙ ПАРЫ В ГЕНЕТИЧЕСКОМ АЛГОРИТМЕ С ДИСКРЕТНОЙ РЕКОМБИНАЦИЕЙ <i>Хлопцев А. А.</i>	39
ОСОБЕННОСТИ СПЕКТРОВ ПРОПУСКАНИЯ И ЗНАЧЕНИЙ ШИРИНЫ ЗАПРЕЩЁННОЙ ЗОНЫ ПРЯМОЗОННЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В ОБЪЁМНОМ И ПЛЕНОЧНОМ СОСТОЯНИЯХ <i>Осмолдовская Т. Н.</i>	43
АНАЛИЗ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ В РИТЕЙЛЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ VI-РЕШЕНИЯ <i>Протьюко И. А.</i>	47
АНАЛИЗ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ В НОСИМОМ ДАТЧИКЕ <i>Сидоренко В. А.</i>	49
ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАПРОСОВ В GREENPLUM <i>Павлович Н. В.</i>	53
УСКОРЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ НА ДЛИТЕЛЬНУЮ НАРАБОТКУ <i>Калита Е. В., Казюциц В.О.</i>	57
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛООВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ КРИСТАЛЛ-КОРПУС МОЩНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ ПО КОСВЕННЫМ ПРИЗНАКАМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УРАВНЕНИЯ РЕГРЕССИИ <i>Казюциц В. О.</i>	60
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМА ПРОДАЖ ПРЕДПРИЯТИЯ ОПТОВО-РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ <i>Гаврилова В. В.</i>	64
ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ИНФОРМАЦИОННО-КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ <i>Лавникович Д. С., Корнилова А. М.</i>	66

КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ <i>Верхов К. А.</i>	70
ПРОБЛЕМАТИКА АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ <i>Кохович А. В.</i>	73
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ OCR ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ВЕРИФИКАЦИИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДОКУМЕНТОВ <i>Скурко И. А.</i>	76
НОМОГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАЧАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ОШИБОК В ПЛАНИРУЕМОЙ К РАЗРАБОТКЕ ПРИКЛАДНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЕ <i>Нгуен В. Б.</i>	78
ВЫРАЩИВАНИЕ МОНОКРИСТАЛЛОВ $\text{Cu}_2\text{ZnGeS}_4$ <i>Ящук В. А.</i>	81
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МНОГОУРОВНЕВЫХ СЕТЕВЫХ РАЗВЯЗОК <i>Андросов А. В.</i>	84
УПРАВЛЕНИЕ ТАЛАНТАМИ В СИСТЕМЕ HR <i>Ананенко В. В.</i>	87
РАЗВИТИЕ ПЕРСОНАЛА IT-КОМПАНИИ: КАФЕТЕРИЙ ЛЬГОТ И МАГАЗИН БЕНЕФИТОВ <i>Ананенко В. В.</i>	90
АЛГОРИТМ ПОДБОРА КАНДИДАТОВ НА IT-ПРОЕКТ <i>Русакович А. С.</i>	93
АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОИСКА И ОРГАНИЗАЦИИ СПОРТИВНЫХ СОБЫТИЙ НА ОСНОВЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ <i>Копилец Ю. В.</i>	95

ПОЛУЧЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АЛМАЗОПОДОБНОГО
ПОКРЫТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА
OPTILAYER

Пигаль Р. В., Лагуцкий И. А...... 98

РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ СТОИМОСТИ
КОЛЛЕКЦИОННЫХ МОНЕТ

Амельченя М. А. 102

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АТРИБУТОВ СОБЫТИЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ, СВЯЗАННЫХ С АКТИВНОСТЬЮ ИНТЕРНЕТ-БОТОВ

Логина А. О...... 105

ОБНАРУЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Верхов К. А. 111

ОЦЕНКА НАДЁЖНОСТИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ С УЧЁТОМ ЦИКЛИЧЕСКОГО
РЕЖИМА ИХ РАБОТЫ В СОСТАВЕ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Бондарев В. Н...... 114

НЕЙРОСЕТЕВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗАВИСИМОСТИ ЦВЕТОВ
ФОТОГРАФИЙ ПРОФИЛЯ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ И КОЛИЧЕСТВА
ОТМЕТОК «НРАВИТСЯ»

Шарипова А. О...... 117

МЕТОДИКА ДЕКОДИРОВАНИЯ НЕСКОЛЬКИХ ОДНОМЕРНЫХ ШТРИХ-
КОДОВ НА ФОТОГРАФИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИБЛИОТЕКИ
PUZVAR

Стремоус М. А...... 121

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОМЕРНЫХ МАССИВОВ

Игнатович И. В...... 123

ТЕХНОЛОГИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ КОМПЬЮТЕРНЫМ
АТАКАМ НА ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ
СИСТЕМЫ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Волков С. Д...... 125

АЛГОРИТМ СИНГУЛЯРНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ МАТРИЦ В МЕТОДЕ КОЛЛАБОРАТИВНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ПРИ ПОСТРОЕНИИ СИСТЕМЫ РЕКОМЕНДАЦИЙ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ <i>Феоктистов Д. Г., Романовский Н. Д.</i>	135
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ЗАДАЧ <i>Невейков А. С.</i>	140
АНАЛИЗ ЭСТЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФА PAGERWRITER TC10 <i>Карнович Н. С.</i>	142
ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ОБЛАСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК <i>Понкратов А. М.</i>	146
ПОРТАТИВНЫЙ СКАНЕР BAR-КОДОВ И NFC-МЕТОК <i>Русак И. В.</i>	149
ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИГНАЛОВ ПОКОЯ MEMS-АКСЕЛЕРОМЕТРА <i>Ващилов А. Д., Туровец Н. О.</i>	152
ВЫБОР МАТЕРИАЛОВ ГИБКИХ ПОДЛОЖЕК ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК $Cu_2NiSn(Se,S)_4$ <i>Осмоловская Т. Н.</i>	155
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТРИЦЫ В API И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ ПОСРЕДСТВОМ СРЕДЫ OPENGL <i>Казимирчик М. А., Крячев Е. В.</i>	158
МЕТОДЫ ТОЧНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВРАЩЕНИЯ РЕДУКТОРА СЕРВОМОТОРА <i>Проценко Д. В., Савко Н. О.</i>	163
МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ И ГЕНЕРАТОРОВ <i>Проценко Д. В., Савко Н. О.</i>	167

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА РСА В ФИЛЬТРАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ <i>Лисименко Л. Д.</i>	171
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОПТИЧЕСКИХ ДЕТЕКТОРОВ СКРЫТЫХ ВИДЕОКАМЕР <i>Асиненко А.М., Денскевич А. Д.</i>	173
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЛОКИРАТОРОВ СВЯЗИ <i>Денскевич А. Д., Асиненко А.М.</i>	176
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДХОДОВ К ОБНАРУЖЕНИЮ СОБЫТИЙ В ИНФРАСТРУКТУРЕ OPENSTACK <i>Петухов Д. А, Докучаев В. А.</i>	179
МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ПОТОКОВ ДАННЫХ <i>Белов А. Д.</i>	183
ПРОЕКТИРОВАНИЕ В AUTODESK REVIT: ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ <i>Калита Е. В.</i>	186
ПРЕДСКАЗАНИЕ СИГНАЛОВ СТАЦИОНАРНЫХ ПРОЦЕССОВ <i>Дановский В. Д.</i>	188
АЛГОРИТМ КЛАСТЕРИЗАЦИИ МЕТОДОМ К-СРЕДНИХ <i>Стремоус М. А.</i>	191
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ SMM ДЛЯ ПРОДВИЖЕНИЯ ПРОДУКТА <i>Тавлуй Д. В.</i>	194
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CRM-МАРКЕТИНГА <i>Тавлуй Д. В.</i>	197
СОЗДАНИЕ REACT БИБЛИОТЕКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ TYPESCRIPT <i>Воронко Т. М.</i>	200

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯЗЫКА PYTHON ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАДЁЖНОСТИ ВЫБОРОК ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ <i>Кравец Р. А., Бараиш К. С., Карачун М. Д.</i>	203
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ И МАГИСТРАНТОВ <i>Асадчая Э. В.</i>	208
ВИДЫ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ И СТУДЕНТОВ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ <i>Асадчая Э. В.</i>	211
ОПТИМАЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ РАБОТЫ СИСТЕМ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ В ПАРКИНГАХ <i>Сугако Е. В., Михайлюк Р. А., Калита Е. В.</i>	214
АНАЛИЗ ВОЛНОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ НА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЕ ПРИ ПРОТЕКАНИИ ЦИФРОВОГО СИГНАЛА <i>Воскресенский А. А.</i>	216
ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ В ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЕ ПРИ ПРОТЕКАНИИ ЦИФРОВОГО СИГНАЛА <i>Воскресенский А. А.</i>	218
РЕАЛИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ <i>Кузмин И. А.</i>	221
ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЛАТФОРМЫ ARCORE <i>Кузмин И. А.</i>	224
ОБУЧЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ ДЕФЕКТОВ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ <i>Иванов Д. В.</i>	227

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО
РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ

Ерёменко Т. А. 230

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ ПРИЕМНО-СДАТОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Шульгин К.В., Бакулаева М.А. 233

НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ МНОГОЛЕПЕСТКОВЫХ
ДИАГРАММ НАПРАВЛЕННОСТИ ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ
РЕШЕТКИ.

Ахмад А. 237

РАЗРАБОТКА ПЛАТФОРМЫ ТЕСТИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЁННЫХ
СИСТЕМ

Коротков И.С. 244

РАЗРАБОТКА ПЛАТФОРМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОНТЕНТОМ ОБУЧАЮЩИХ
СИСТЕМ В ВИДЕ ИГРЫ

Халдина Ю.А. 247

ВЛИЯНИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР НА ПОКАЗАТЕЛИ
БЕЗОТКАЗНОСТИ ПРЕЦИЗИОННЫХ РЕЗИСТОРОВ

Уркунов А.К., Евсеева Н.А. 250

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ХРАНЕНИЯ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ СЕРВИСАМИ

Шмелев П.Ю. 256

ВЫБОР АРХИТЕКТУРЫ ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ СИСТЕМ

Шмелев П.Ю. 260

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИБЛИОТЕКИ NUMPY И ЕЕ МОДУЛЯ POLYFIT
В НАУКЕ О ДАННЫХ

Амельчяня М.А. 263

МАСШТАБИРОВАНИЕ РАЗМЕРОВ ЭЛЕМЕНТОВ В REACT NATIVE

Якимович А.В. 266

ПРОБЛЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Антоненко И.В., Мальцев Д.О...... 269

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ УСТРОЙСТВ IOT С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АППАРАТНОЙ И СЕТЕВОЙ ПОДДЕРЖКИ

Кабаков В.П., Чертков А.С., Способ С.А. 273

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВООРУЖЕННЫХ СИЛАХ

Мажейко А.Р., Способ С.П. 276

РАЗРАБОТКА ПРЕДМЕТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ЯЗЫКА ДЛЯ
ОПИСАНИЯ АЛГОРИТМОВ ПЛАТФОРМЫ “GALILEOSKY”

Кулагин Г. А. 278

АДАПТАЦИЯ СИСТЕМЫ VIBREADER К ИСТОЧНИКАМ ПУБЛИКАЦИЙ И
СТИЛЯМ ФОРМАТИРОВАНИЯ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИХ ОПИСАНИЙ ДЛЯ
ПРОВЕДЕНИЯ СИСТЕМАТИЧЕСКОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ
ЛИТЕРАТУРЫ

Скоробогатова М.М. 281

РАЗМЕЩЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ НА ГИБКО-ЖЕСТКОЙ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЕ
НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

Галимов И.Р. 285

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ
РАЗВЯЗЫВАЮЩИХ КОНДЕНСАТОРОВ НА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЕ

Ландышев Д.В...... 288

РЕАЛИЗАЦИЯ D-ТРИГГЕРА В БАЗИСЕ ПЛИС CYCLONE IV E

Игошина М.С. 291

ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Игошина М.С. 295

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПРОСНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ НА ОСНОВЕ ЦВЕТОВЫХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ
РЕСПОНДЕНТОВ

Карпук Д.А...... 299

УНИФИКАЦИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ
С ПОМОЩЬЮ ФИЛЬТРА КАЛМАНА

Шульган А.А...... 302

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СРЕДСТВ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ
АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ
С ПРОГРАММНЫМИ РЕШЕНИЯМИ КОМПАНИИ GALILEOSKY

Малых А. А., Пономарев И. А...... 306

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ТЕСТИРОВАНИЯ
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Туровец Н.О., Вацилов А.Д., Марков А.Н., Мигалевич С.А...... 309

РАЗРАБОТКА ПРЕДМЕТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЯЗЫКОВ НА ОСНОВЕ
ОНТОЛОГИЙ

Ермаков И. Д...... 312

РАНГОВО-СПЕКТРАЛЬНЫЙ МЕТОД АНАЛИЗА ГЕНЕРАТОРОВ
СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ

Адамонис А.В. 315

ПОСТАНОВКА НА РЕАЛИЗАЦИЮ КАК ЗАВЕРШАЮЩИЙ ЭТАП
ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕНЕДЖЕРА ЗАДАЧ

Игнатенко А.Д...... 318

СТАБИЛОПЛАТФОРМА С МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Старосотников В.Д., Царик В.А. 322

МИКРОКОНТРОЛЛЕРНАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ РЕСПИРАЦИИ

Ефимович В.Ф., Царик В.А., Старосотников В.Д...... 325

УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫЙ БАКТЕРИЦИДНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ
СПИРОТЕСТЕРА

Ефимович В.Ф., Царик В.А., Болтрушко И.В...... 328

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ ФОРМАТА PKCS#7

Макар А. А...... 331

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОСТРОЕНИЯ МАРШРУТОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В ЛОГИСТИКЕ	
<i>Макар А. А.</i>	335
КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МОЩНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ И ИХ ЭЛЕКТРОТЕПЛОВАЯ МОДЕЛЬ	
<i>Сыс А.Д.</i>	337
ДИАГНОСТИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ИЗДЕЛИЙ В МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКОМ КОРПУСЕ	
<i>Сыс А.Д.</i>	340
МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ	
<i>Румянцев Н.В.</i>	344
ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ ПАССИВНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ В ЭЛЕКТРОНИКЕ	
<i>Румянцев Н.В.</i>	346

СЕКЦИЯ 2
«ЭЛЕКТРОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ»

ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ СПИНТРОНИКА

Артемьев В.В., Дах А.О. 351

**АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ С
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМИ МАТЕРИАЛАМИ**

Бондаренко А.С., Кондратьева В.А. 353

НАНОТЕХНОЛОГИИ – ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Бричковская М.С., Тармин А.М. 355

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВАКУУМА НА НАЛИЧИЕ ПУСТОТ МЕЖДУ
КРИСТАЛЛОМ И МОНТАЖНОЙ ПЛОЩАДКОЙ ОСНОВАНИЯ КОРПУСА**

Видрицкий А.Э. 357

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОЛЕЙ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА
ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ШАРИКОВ ПРИПОЯ НА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТАХ**

Войналович А.А. 361

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА

Гимпель А.С., Дасько С.С. 364

**ФИЛЬТРАЦИЯ ЭЛЕКТРОКАРДИОСИГНАЛОВ МЕТОДОМ КОМБИНАЦИИ
ФИЛЬТРОВ ЧЕБЫШЕВА И САВИЦКОГО-ГОЛЕЯ**

Гордиевич А.В., Куприянов Н.И. 366

**МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ СОЧЕТАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
СВЕТОТЕРАПИИ И ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ВЫСОКОЙ
ИНТЕНСИВНОСТИ**

Горох П.И., Семенчик И.Н. 370

**КИНЕТИКА ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ СПЛАВА ОЛОВО-МЕДЬ
И ОЛОВО-МЕДЬ-УДА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ТОКОВ**

Гульпа Д.Ю. 373

**ВЛИЯНИЕ ЧАСТИЦ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО АЛМАЗА НА СТРУКТУРУ
ПОЛИКОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ**

Гульпа Д.Ю., Зубаревич П.С. 375

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИОННОГО ПУЧКА НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОНКИХ ПЛЕНОК МЕДИ <i>Гутенко Н.Д.</i>	380
ВЫСОКОВАКУУМНОЕ РЕАКТИВНОЕ МАГНЕТРОННОЕ НАНЕСЕНИЕ ПЛЕНОК ОКСИДА АЛЮМИНИЯ <i>Доан Х.Т.</i>	383
МОДИФИКАЦИЯ ПАЯЛЬНЫХ ПАСТ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОЧАСТИЦАМИ <i>Дерман А.А.</i>	388
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АНАЛИЗА И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ ТЕНЗОПЛАТФОРМЫ <i>Елец Н.М., Тербиленко Д.Ю.</i>	392
ФОРМИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СЛОЯ ИНТЕГРАЛЬНОЙ МИКРОСХЕМЫ РЕАКТИВНО-ИОННЫМ ТРАВЛЕНИЕМ <i>Емельянов В.В.</i>	396
ХРОНОГРАФ НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРЕ <i>Ефимович В.Д.</i>	400
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУР <i>Жаворонок И.А., Тихон О.И.</i>	403
ЗАРЯДОВЫЕ СОСТОЯНИЯ МОП-СТРУКТУР <i>Жаворонок И.А., Тихон О.И.</i>	406
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АККУМУЛЯТОРНЫХ И СУПЕРКОНДЕНСАТОРНЫХ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ <i>Збышинская М.Е.</i>	409
ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТИ ТОНКИХ ПЛЕНОК ДИОКСИДА ГАФНИЯ <i>Зырянова А.С.</i>	414
АНАЛИЗ СКОРОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ДЕКАРТОВОГО РОБОТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА «КООРДИНАТНЫЙ СТОЛ» <i>Каробчиц В.В.</i>	417

АНАЛИЗ МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЯ СВЧ МОЩНОСТИ АКТИВНЫМ ЗОНДОМ В СВЧ ПЛАЗМЕ <i>Кондратьева В.А., Тихон О.И.</i>	422
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОИСКА СХОЖЕЙ АНАТОМИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ НА КТ - ИЗОБРАЖЕНИИ ЛЁГКИХ <i>Косарева А.А.</i>	424
МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫЙ МОДУЛЬ УПРАВЛЕНИЯ СВЕТОДИОДНЫМ РЕКЛАМНЫМ ЩИТОМ <i>Крушной А.Г.</i>	427
ИМИТАТОРЫ ТКАНЕЙ ЧЕЛОВЕКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ <i>Кудренко И. И., Шутович В. А.</i>	430
ИССЛЕДОВАНИЕ ПАТОЛОГИЙ АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА SOLIDWORKS <i>Кудренко И.И., Шутович В.А.</i>	433
КЛАССИФИКАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ АППАРАТОВ ИСКУССТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЁГКИХ <i>Куприянов Н.И., Гордиевич А.В, Ревинская И.И.</i>	438
БОРТОВАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ АВТОМОБИЛЯ С РЕЧЕВЫМ ВЫВОДОМ ИНФОРМАЦИИ <i>Курзенков М.С.</i>	442
РАЗДЕЛЕНИЕ ИМПУЛЬСОВ НЕЙТРОННОГО И ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ СЦИНТИЛЛЯТОРА СЛУС:СЕ С ПОМОЩЬЮ ОЦЕНКИ СКОРОСТИ СБОРА ЗАРЯДА <i>Лагуцкий И.А., Пигаль Р.В., Паскробка Г.С.</i>	445
ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ МОНТАЖА КРИСТАЛЛОВ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ <i>Мишечек А.А.</i>	450
ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ БЕЗОПАСНОСТИ БАНКОМАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ <i>Мосунов А.А.</i>	453

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДИФФУЗИИ В МИКРОСВАРНОМ СОЕДИНЕНИИ ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ МИКРОСВАРКЕ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ КОРПУСАХ <i>Нгуен Ж.В.</i>	458
ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИМПУЛЬСНОГО ПИТАНИЯ НА ДУГООБРАЗОВАНИЕ И СТАБИЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССА ПРИ РЕАКТИВНОМ МАГНЕТРОННОМ РАСПЫЛЕНИИ <i>Нестерчик Р.И.</i>	463
РАЗРЯДНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАГНЕТРОННОЙ РАСПЫЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ РЕАКТИВНОМ МАГНЕТРОННОМ РАСПЫЛЕНИИ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ВАНАДИЕВОЙ МИШЕНИ НА ПОСТОЯННОМ И ИМПУЛЬСНОМ ТОКЕ <i>Нестерчик Р.И.</i>	466
АРХИТЕКТУРА БЛОКА ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ(ISP) НА БАЗЕ ПРОЦЕССОРА M1 <i>Протасов А.П. Стаселько И.Д. Позняков Т.Д.</i>	469
ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗЫ О НОРМАЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ АМПЛИТУД ЭЛЕКТРОМИОГРАММ ЖЕВАТЕЛЬНЫХ МЫШЦ <i>Самуйлов И.В.</i>	472
МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ СОЧЕТАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ И КВАНТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ ПРОЦЕДУР <i>Семенчик И.Н., Горох П.И.</i>	476
МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ УЛЬТРАЗВУКА В ПАКЕТЕ SIM4LIFE <i>Смирнова В.В.</i>	479
ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ НА ВРЕМЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ GPS СИГНАЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОБИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ IOS <i>Соколовский В.Е.</i>	482
ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПИРОМЕТРОВ <i>Стреха В.А.</i>	487

ИНДУКЦИОННЫЙ МЕТАЛЛОДЕТЕКТОР С ДИСКРИМИНАЦИЕЙ
СИГНАЛА

Тарас М.А. 490

АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИЖЕНИЙ
СПОРТСМЕНОВ НА ОСНОВЕ ДИНАМОМЕТРИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Теребиленко Д.Ю., Елец Н.М...... 492

БОЛОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛЕНОК ОКСИДА ВАНАДИЯ
ПРИ ЛЕГИРОВАНИИ ВОЛЬФРАМОМ

То К.Т...... 496

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ГАЗОВОЙ СРЕДЫ НА ТЕРМОСТОЙКОСТЬ ПЛЕНОК
ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА

Точеный В.А. 501

ФОРМИРОВАНИЕ ШАРИКОВ ПРИПОЯ НА ПЛАТАХ И ПОДЛОЖКАХ
ИНДУКЦИОННЫМ НАГРЕВОМ

Хацкевич А.Д. 504

СОВРЕМЕННОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЛАЗЕРНОЙ
ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Шмонина В.Ю...... 509

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЧ
ИЗЛУЧЕНИЯ НА ТКАНИ ЧЕЛОВЕКА

Шутович В.А. 513

СЕКЦИЯ 3

**«ИНЖЕНЕРНАЯ ПСИХОЛОГИЯ, КОГНИТИВНАЯ ЭРГНОМИКА,
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»**

ТЕСТИРОВАНИЕ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ БИБЛИОТЕКИ КНИГ С ФУНКЦИЕЙ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОДБОРА ЛИТЕРАТУРЫ <i>Ярошевич А.Ю.</i>	517
СЕРВИС ВЫДАЧИ ЭЛЕКТРОННЫХ СЕРТИФИКАТОВ <i>Захарова Е.И.</i>	520
МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ РУССКОМУ ЯЗЫКУ УЧАЩИХСЯ НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ <i>Ильясова М.С.</i>	523
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ «СИСТЕМА БРОНИРОВАНИЯ СТОЛИКОВ В КАФЕ И РЕСТОРАНАХ» <i>Минюкович А.В.</i>	525
ВЕБ-РЕСУРС ТУРИЗМА УЗБЕКИСТАНА <i>Абдурахмонов Дж.К.</i>	527
МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ И ЕГО ЭРГНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Геллер Е.Я. Гончар Л.В. Радченко М.В.</i>	530
МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ПОД ANDROID ДЛЯ ИЗМЕНЕНИЯ РЕЖИМА СНА И ЕГО ЭРГНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Данилов В.А.</i>	533
МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА НА ПЛАТФОРМЕ ANDROID И ЕГО ЭРГНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Ермакович Н.В.</i>	536
МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ «ДНЕВНИК ЗДОРОВЬЯ» <i>Мусаevi С.С.</i>	539
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ПОИСКА ЛЕКАРСТВ ПО АПТЕЧНОЙ СЕТИ И ЕГО ЭРГНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Седач А.А.</i>	542

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРОЦЕССА ПРОДАЖИ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ <i>Хлуд И.В.</i>	545
ОБРАЗОВАТЕЛЬНО-РАЗВИВАЮЩЕЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА <i>Лисенков Д.Ю.</i>	548
РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ «IT-BOARD ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ» <i>Вяль Д.Ю.</i>	550
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ КУРСОВ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Кукса А.А.</i>	552
ОБУЧАЮЩАЯ ПРОГРАММА «ЧЕЛОВЕК И МИР» И ЕЁ ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Савостьянов И.Н.</i>	554
ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ СИТУАЦИИ И ПСИХОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ ВОЕННО- ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ- КОНТРАКТНИКОВ <i>Шведко В.Н.</i>	557
ПРИНЦИПЫ ЭРГОНОМИЧНОСТИ В ДИЗАЙНЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ <i>Нехвядович В.В., Епихова М.А.</i>	561
ВЕБ-РЕСУРС DZIRKA.COM: ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И SEO-ОПТИМИЗАЦИЯ <i>Пырякова М.В.</i>	563
МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ПОД ANDROID ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЯПОНСКОГО ЯЗЫКА И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Бучинский О.А.</i>	566
АКТУАЛИЗАЦИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА В СОВРЕМЕННОМ КОНТЕКСТЕ <i>Сечко В.О., Сорокин И.Г.</i>	569

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УЧЕТА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ «ГОСАВТОИНСПЕКЦИИ» <i>Мирхосилов Э.Х.</i>	572
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ КОМПАНИИ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Сируть Е.Д.</i>	575
НЕЙРОННАЯ СЕТЬ ДЛЯ ПОИСКА БИОМАРКЕРОВ, ОГРАНИЧИВАЮЩИХ КОСТНУЮ ГЛАЗНИЦУ ЧЕЛОВЕКА <i>Бирилло А.А.</i>	578
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ AGILE-ПРОЕКТАМИ <i>Шаршун А.Л.</i>	581
ВЕБ-РЕСУРС ТОРГОВОЙ ПЛОЩАДКИ <i>Максадов А.</i>	584
ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОТЫ СПЕЦИАЛИСТА ПО КАДРАМ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Новик А.Г.</i>	586
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ CRM+ERP НА БАЗЕ SALESFORCE <i>Беззубенко Е.Д.</i>	589
РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ «ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА» И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Беляев Н.П.</i>	592
РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АСТРОФИЗИКИ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Гич М.С.</i>	594
МЕДИЦИНСКАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПОЛИКЛИНИКИ И ЕЕ ИНЖЕНЕРНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Гриб Д.А.</i>	596
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ СЕРВИСА ДОСТАВКИ ЕДЫ <i>Конопляник М.В.</i>	598

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ГАЛЕРЕИ СОВРЕМЕННЫХ ХУДОЖНИКОВ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Лисицкий М.С.</i>	600
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ МЕНЕДЖМЕНТА ФИНАНСОВ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Шевцов Д.О.</i>	603
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СО СМАРТ-КОНТРАКТАМИ БЛОКЧЕЙНА И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Солодков А.А.</i>	605
ПРОГРАММНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Арцыменя Р.А., Данилова А.В., Коркин Л.Р.</i>	607
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ «РЫНКА НЕДВИЖИМОСТИ БЕЛАРУСИ» <i>Циринский В.В.</i>	610
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛЬНЫМИ ФИНАНСАМИ <i>Дадаев К.А.</i>	612
ФРЕЙМВОРК ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРИЕМОЧНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ <i>Матюшенко А.И.</i>	615
ПРОГРАММНО-ОБУЧАЮЩИЙ КОМПЛЕКС ПО ПРЕДМЕТУ «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА» И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Данилова А.В., Арцыменя Р.А., Коркин Л.Р.</i>	618
ОБУЧАЮЩЕЕ ANDROID ПРИЛОЖЕНИЕ ПО АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Царенков В.Ю.</i>	621
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТОРГОВЛИ <i>Титок М.А.</i>	624

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ РАБОЧЕГО ПЕРСОНАЛА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ С ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТЬЮ <i>Абаканович А.В.</i>	627
ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ, ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ <i>Закрута М.С.</i>	630
ОБЛАЧНОЕ МОБИЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ <i>Анищенко П.Д., Медведев О.С., Коркин Л.Р.</i>	633
ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ И ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ЗАПОМИНАНИЯ ИНФОРМАЦИИ <i>Муромская Е.В. Морозова М.Е. Филатов В.П.</i>	636
ВЕБ-САЙТ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА ДЕТЬМИ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Гончар Л.В., Геллер Е.Я., Радченко М.В.</i>	639
АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ЛИЦ С АНОМАЛИЯМИ ЦВЕТОВОГО ЗРЕНИЯ <i>Синицына В.В.</i>	642
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТНИКОВ ВО ВРЕМЯ МОНТАЖА ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ <i>Пискун А.А., Бруховец Г.Е., Супоненко А.В.</i>	646
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ СЕРВИСА ДЛЯ ПРОСЛУШИВАНИЯ МУЗЫКИ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Яснюк В.Е.</i>	648
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ПО УХОДУ ЗА РАСТЕНИЕМ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Яремко Д.Р.</i>	651
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА ПО ПРОДАЖЕ ОДЕЖДЫ <i>Вохидов Ф.Б.</i>	653

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ НА ПЛАТФОРМЕ QLIK SENSE И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Полулех Р.В.</i>	656
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ И ОБМЕНА ОПЫТОМ JUNIOR-СПЕЦИАЛИСТОВ И ЕГО ИНЖЕНЕРНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Кацан В.А.</i>	658
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ФИНАНСОВЫХ ОНЛАЙН ОПЕРАЦИЙ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Алиев Д.И.</i>	661
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ОБУЧАЮЩИХ КУРСОВ ПО НУТРИЦИОЛОГИИ И ДИЕТОЛОГИИ И ЕГО ИНЖЕНЕРНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Богун А.С.</i>	664
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОБЩЕНИЯ И ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Синица И.А.</i>	667
ПРОБЛЕМАТИКА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРАКТИКО - ОРИЕНТИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ <i>Сасновский А.А.</i>	669
МЕТОДЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ <i>Листванович А.А., Завадский Е.С.</i>	671
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПРЕВАЛИРУЮЩЕГО МЕХАНИЗМА ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ТИПА ТЕМПЕРАМЕНТА <i>Косарева Е.М., Сарока Е.И.</i>	673
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕФОРМАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ СФЕРЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЕЕ ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Данилишина А.В.</i>	675
ИССЛЕДОВАНИЕ КОНФОРМИЗМА В УСЛОВИЯХ ДИСТАНЦИОННОЙ КОММУНИКАЦИИ <i>Гатальская А.Д., Неверова А.П., Сурба А.В., Ромашко И.А.</i>	679

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ТЕСТИРОВАНИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ <i>Киселёва М.П., Медведев О.С., Коркин Л.Р.</i>	682
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ПО ПРОДАЖЕ БИЛЕТОВ КИНОТЕАТРА <i>Пашкевич М.А.</i>	685
СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД И СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ <i>Болошенко Д.А., Жук И.А.</i>	687
РАЗРАБОТКА ВЕБ-РЕСУРСА ДЛЯ ОТПРАВЛЕНИЯ И ПОЛУЧЕНИЯ ЧАЕВЫХ ЧЕРЕЗ QR-КОД И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Евлаев А.В.</i>	689
МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ <i>Сальникова Е.А.</i>	692
МОБИЛЬНЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ И ЭКОЛОГИЯ <i>Белоблоцкая Я.С. Новикова А.А.</i>	695
СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В UX/UI ДИЗАЙНЕ <i>Белоблоцкая Я.С., Искрова А.А., Новикова А.А.</i>	698
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ С ЗАДАЧАМИ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Енин Е.А.</i>	701
РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ СЕРВИСА АРЕНДЫ НЕДВИЖИМОСТИ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Баранова А.В.</i>	703
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ МАГАЗИНА ТЕХНИКИ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Чуешков Е.А.</i>	706
ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ МАГАЗИНА СЛАДОСТЕЙ <i>Дащинская А.В.</i>	708

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДИЗАЙН-СТУДИИ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ <i>Детнер К.С.</i>	711
РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Кисель М.С.</i>	714
ПЛАГИН ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ЗВУКОВОЙ РАБОЧЕЙ СТАНЦИИ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Конюшик Н.А.</i>	716
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ БИБЛИОТЕКИ МУЛЬТИПЛИКАЦИОННЫХ ЖУРНАЛОВ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Храмович Е.В.</i>	719
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПОДБОРА ОДЕЖДЫ СОГЛАСНО ПРОГНОЗУ ПОГОДЫ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Хвалько И.А.</i>	722
TESLA. ЭЛЕКТРОМОБИЛИ. ЛИТИЙ-ИОННЫЙ АККУМУЛЯТОР <i>Кузьмич К.Л. Искрова А.А.</i>	725
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ОСНОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ И АЛГОРИТМИЗАЦИИ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Леонов А.А.</i>	728
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПРОДАЖИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ БИЛЕТОВ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Логвинова А. Д.</i>	731
РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ АВТОСЕРВИСА И ЕГО ИНЖЕНЕРНО- ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Ложечник С.А.</i>	733
ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ РАБОЧЕГО МЕСТА ПРОГРАММИСТА <i>Петровец В.М., Винокуров А.А.</i>	736

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ АДАПТИВНОГО ДИЗАЙНА КУХОННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ <i>Шабуня К.С.</i>	739
КРОССПЛАТФОРМЕННОЕ МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ МУЗЫКАЛЬНОЙ СТРИМИНГОВОЙ ПЛАТФОРМЫ <i>Соколов В.К.</i>	742
ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ МАГАЗИНА ВИДЕОИГР <i>Треско Д.С.</i>	745
ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ БЕЛКА МЕТОДАМИ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА <i>Цацура Н.Ю.</i>	748
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ КОНСТРУКТОРА СОСТАВЛЕНИЯ МЕНЮ С АГРЕГАТОРОМ ИНГРЕДИЕНТОВ И БЛЮД И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Еда П.Г.</i>	752
СОВРЕМЕННЫЕ ФОРМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СОТРУДНИКОВ: ПРИЕМСТВЕННОСТЬ ТРАДИЦИЙ И ИННОВАЦИЙ <i>Ерёменко Д.В.</i>	755
ОЧИСТКА ВОЗДУХА В ПРОМЫШЛЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ <i>Зеленкевич Ю.В.</i>	759
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ТОРГОВОЙ ПЛАТФОРМЫ <i>Богдевич В.Ю.</i>	763
СИСТЕМА МОНИТОРИНГА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ И ЕЕ ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Герасимович И.М.</i>	766
ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ КЛЮЧЕВЫХ СЛОВ К ТЕКСТОВЫМ ДОКУМЕНТАМ <i>Марамыгина А.И.</i>	768

ТЕСТИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ

Садовский М.В., Медведев О.С. 771

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РАБОЧИМ
ПРОСТРАНСТВОМ

Калинин К.Н. 774

ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕСТИРОВАНИЯ
ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСА ПО ОБРАБОТКЕ ДОКУМЕНТОВ

Прасков В.В. 776

ТЕСТИРОВАНИЕ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

Гацко А.А., Медведев О.С., Коркин Л.Р. 779

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА ОНЛАЙН ОБУЧЕНИЯ

Плешко А.Ю. 782

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОБМЕНА КНИГАМИ И ЕГО
ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ермоленко В.А. 785

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ НЕБОЛЬШИХ ГРУПП
РАЗРАБОТЧИКОВ И ИХ ИНЖЕНЕРНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Кантыш В.А. 787

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА
В ИГРОВОЙ ФОРМЕ ДЕТЬМИ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Попосёмов Е.С. 790

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КОМПЬЮТЕРОМ С ПОМОЩЬЮ ЖЕСТОВ
НА БАЗЕ ARDUINO UNO И ЕЕ ИНЖЕНЕРНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Усенко Ф.В. 792

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБОРОТА
ЦЕННЫХ БУМАГ

Леванович Е.П. 795

ФОРМАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ДОМ» <i>Ригоревич И.А., Митько Е.А.</i>	798
WEB ПРИЛОЖЕНИЕ «ОНЛАЙН ПЛАТФОРМА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ» И ЕГО ИНЖЕНЕРНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ <i>Керимов Д.Ф.</i>	801
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА РАБОТЫ С БАНКОВСКИМИ КЛИЕНТАМИ <i>Гриб А.С.</i>	804
АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ <i>Жарковский А.Р.</i>	808
ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СОЗДАНИЯ ГОРОДОВ СПУТНИКОВ. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ <i>Галабурда В.С., Микша В.С., Цалапов А.Д.</i>	811
ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В РАМКАХ БОЕВОЙ ПОДГОТОВКИ КУРСАНТОВ ВОЕННОГО ФАКУЛЬТЕТА БГУИР <i>Голованов Р.А., Василькова А.Н.</i>	814
МУЛЬТИПЛАТФОРМЕННОЕ ИГРОВОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ «UNTREVELLED DREAM» <i>Погорельцев Г.И.</i>	817

СЕКЦИЯ 4
«ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ»

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ СЦЕН В ARNOLD RENDERER <i>Рабеко Д.В.</i>	821
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УПРУГО ДИФОРМИРУЕМОГО ГИПКОГО ЗВЕНА СО ШКИВОМ <i>Буй Ш.Л.</i>	824
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ГЕНЕРАТИВНОГО ДИЗАЙНА В ПРОЕКТИРОВАНИИ <i>Кошман Д.В.</i>	827
ИНТЕРПРЕТИРУЮЩИЙ OPENGL ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ <i>Матросов В.А.</i>	830
ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕВОЗМОЖНЫХ ФИГУР <i>Мисюро Н.А., Пинчук Е.И.</i>	834
ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ВЫПОЛНЕНИЯ СЕЧЕНИЙ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ В AUTOCAD <i>Гиль М.Н.</i>	838
РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО АЛГОРИТМА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ОБМОТКИ КАТУШКИ В INVENTOR <i>Подрецкая К.В., Леонович А.Н.</i>	841
СОЗДАНИЕ ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЛЕНТЫ МЕБИУСА В AUTODESK INVENTOR <i>Родевич Р.А., Пинчук Е.П.</i>	844
ПРОЕКТИРОВАНИЕ НА КРИВОЛИНЕЙНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ В AUTODESK INVENTOR <i>Ракицкий А.А.</i>	847

СОЗДАНИЕ 3D-МОДЕЛИ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФОРМЫ В INVENTOR <i>Василевский Д.В., Богданович А.А.</i>	850
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ СБОРОЧНОГО УЗЛА В INVENTOR: ВАРИАНТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕТВЕРТНОГО ВЫРЕЗА МОДЕЛИ <i>Павлюкович П.В., Шебеко В.П.</i>	852
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ САПР НА ПРИМЕРЕ СОЗДАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ <i>Захарова Е.А., Лотенкова Е.С.</i>	855
ПРИМЕНЕНИЕ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ VBA (VISUAL BASIC APPLICATION) ПРИ РАБОТЕ С ДИНАМИЧЕСКИМИ БЛОКАМИ В СРЕДЕ AUTOCAD <i>Веремей Ф.Т., Гулякевич В.Г., Зыбко С.С.</i>	859
МОУШЕН-ГРАФИКА В ПОВСЕДНЕВНОЙ ЖИЗНИ <i>Чичин И.И.</i>	863
СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ В ГРАФИЧЕСКИХ РЕДАКТОРАХ КОМПАС-ГРАФИК И AUTOCAD <i>Павлович Ю.В.</i>	866
ПОСТРОЕНИЕ ДИАГРАММ В ПРОГРАММЕ VISIO ПАКЕТА MICROSOFT OFFICE <i>Блинова М.В.</i>	869
РАЗРАБОТКА СРЕДСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЕТАЛИ «ВАЛ» И ИНСТРУМЕНТА В ВИДЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ САПР <i>Кузьмина В.Д.</i>	871
ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ЗАДАЧ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ СПОСОБОМ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ МЕСТ <i>Карасева Е.В.</i>	874

ИЗ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ
В РОССИИ

Титов Д.С. 877

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ КОНИЧЕСКИХ КРИВЫХ

Галашина П.Э. 879

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕКТОРНОГО ГРАФИЧЕСКОГО РЕДАКТОРА ADOBE
ILLUSTRATOR В СРЕДЕ ЦИФРОВОГО МАРКЕТИНГА

Прищип А.Д., Золотая С.С. 881

СЕКЦИЯ 5
«ИНОСТРАННЫЕ ЯЗЫКИ»

NANOTECHNOLOGIES - ACHIEVEMENTS AND PROSPECTS	
<i>Brichkovskaya M.S., Tarmin A.M.</i>	885
THE FUTURE OF SOLAR ENERGY	
<i>Burda I.A.</i>	887
SMART HEALTH BRACELETES	
<i>Gimpel A.S.</i>	889
PROBLEMS OF DEEP MACHINE LEARNING	
<i>Ziulkovskiy A.A.</i>	892
METAVVERSE	
<i>Zhurauski E.A</i>	895
INFORMATION SECURITY OF WEB APPLICATIONS	
<i>Ivanov A.P.</i>	897
NEUROENGINEERING: PERSPECTIVES OF NEUROPROSTHESES AND NEUROIMPLANTS	
<i>Losik R.S.</i>	899
GENERATIVE PRE-TRAINED TRANSFORMER 3 (GPT-3)	
<i>Makey P.I.</i>	901
LI-ION AND LI-POL BATTERY	
<i>Orehov I.A., Pikuza E.V.</i>	903
EFFECTS OF WAVES ON THE BRAIN	
<i>Prohorchik A.O.</i>	905
NFT AS THE BASIS OF DIGITAL SPACE	
<i>Tsiunchyk D.R.</i>	908
WHAT IS WEB 3.0 AND WHAT IT MEANS FOR US	
<i>Tushinsky S.V.</i>	910

INVESTIGATION OF THE OPTICAL PROPERTIES OF THE G-C3N4 THIN FILM SYNTHESIZED FROM MELAMINE ORGANIC MASS <i>Bui C.D.</i>	912
EMAIL PHISHING: STRUCTURE AND DISTINGUISHING FEATURES <i>Bychek M.N.</i>	915
ACTUAL METHODS OF COMPUTER TESTING IN EDUCATION <i>Leshchevich E.I.</i>	919
INFLUENCE OF DIAMOND-LIKE STRUCTURE OF NANOSIZED LAYERS ON THEIR ELECTRICAL CONDUCTIVITY <i>Shmanay Y.E.</i>	921

СЕКЦИЯ 1
«ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОМПЬЮТЕРНЫХ
СИСТЕМ»

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ОПЕРАТОРОВ ВЫБОРА РОДИТЕЛЬСКОЙ ПАРЫ В ГЕНЕТИЧЕСКОМ АЛГОРИТМЕ С ДИСКРЕТНОЙ РЕКОМБИНАЦИЕЙ

Хлопцев А.А

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Сиротко С.И. – канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры информатики

Аннотация. Реализованы генетические алгоритмы с дискретной рекомбинацией с различными операторами выбора родительской пары. Сделаны измерения точности работы полученных алгоритмов на тестовом примере с различной точностью. Сделаны выводы по эффективности использования представленных операторов вывода и их применению на практических задачах.

Ключевые слова: генетический алгоритм, оператор выбора, панмиксия, инбридинг, аутбридинг

Введение. Генетический алгоритм (ГА) – это эвристический алгоритм поиска, используемый для решения задач оптимизации и моделирования путём случайного подбора, комбинирования и вариации искомых параметров с использованием механизмов, аналогичных естественному отбору в природе. Является разновидностью эволюционных вычислений, с помощью которых решаются оптимизационные задачи с использованием методов естественной эволюции, таких как наследование, мутации и отбор. Отличительной особенностью генетического алгоритма является акцент на использование оператора «скрещивания», который производит операцию рекомбинации решений-кандидатов, роль которой аналогична роли скрещивания в живой природе [1].

Поскольку алгоритм самообучающийся, то спектр применения крайне широк:

- задачи на графы;
- задачи компоновки;
- составление расписаний;
- создание «Искусственного интеллекта» [2].

Также генетический алгоритм может использоваться как один из вариантов поиска оптимальных настроек, которые могут помочь или будут приняты во внимание при проектировании различных информационных и компьютерных систем. Если задачу можно свести к набору параметров, каждый из которых может меняться в заданных диапазонах, и функции минимизации (максимизации) какого-либо критерия, зависящего от этих параметров (потребление энергии, выделение тепла, скорость вычислений и т.д.), то для такой задачи оптимальный ответ может быть найден с помощью генетического алгоритма.

Основная часть. Для получения оптимального ответа на задачу необходимо, чтобы её решение могло быть закодировано в виде вектора генов, где каждый ген может быть числом или другим объектом. Некоторым, обычно случайным, образом создаётся начальный набор генов. Он оценивается с использованием «функции приспособленности» (функция минимизации/максимизации необходимого критерия), в результате чего с каждым набором ассоциируется определённое значение («приспособленность»), которое определяет, насколько хорошо данный набор решает поставленную задачу. Из полученного множества с учётом значения «приспособленности» выбираются наборы (обычно лучшие особи имеют большую вероятность быть выбранными), к которым применяются «скрещивание» и «мутация», результатом чего является получение новых наборов. Для них также вычисляется значение приспособленности, и затем производится отбор («селекция») лучших наборов в следующее поколение.

Эти действия повторяются многократно, так моделируется «эволюционный процесс»,

продолжающийся несколько жизненных циклов (поколений), пока не будет выполнен критерий остановки алгоритма.

Таким образом, можно выделить следующие этапы ГА (рисунок 1):

- задать целевую функцию (приспособленности) для особей популяции;
- создать начальную популяцию;
- начало эволюционного цикла:
 1. формирование нового поколения (селекция);
 2. размножение (скрещивание);
 3. мутация;
 4. вычислить значение целевой функции для всех особей;
 5. если выполняются условия остановки, то конец эволюционного цикла.

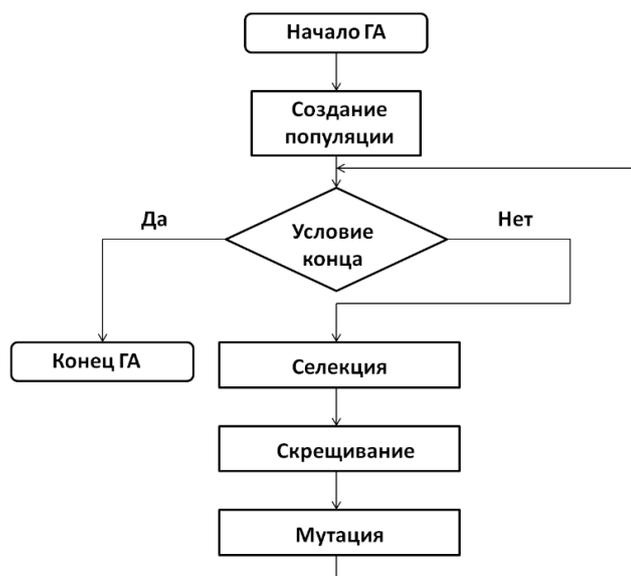


Рисунок 1 – Блок-схема стандартного генетического алгоритма

Генетический алгоритм с вещественным кодированием – такой вид ГА, у которого все гены состоят из вещественных хромосом. Т.к. количество значений, которые может принять ген бесконечно много, то на каждую хромосому накладывается следующая система ограничений (формула 1):

$$\begin{cases} value \geq min; \\ value \leq max; \\ value = min + i \cdot step, i \in \mathbb{Z} \end{cases}, \quad (1)$$

где max – верхнее значение, которое может принимать хромосома;

min – нижнее значение, которое может принимать хромосома;

$step$ – такое число, что значение хромосомы должно быть кратно ему [3].

Существует несколько подходов к выбору родительской пары, опишем наиболее популярные из них:

1. Панмиксия – каждому особи сопоставляется случайное число на отрезке $[1; n]$, где n – количество особей в популяции. После, случайным образом выбираются 2 числа на данном отрезке. Особи, чьи номера оказались выбраны и составляют пару родителей.

2. Инбридинг – метод, при котором первый родитель выбирается случайным образом, а второй является член популяции ближайший к первому. Особенность данного метода в том, что он концентрирует поиск в локальных узлах, что приводит к разбиению популяции на локальные группы вокруг кандидатов на экстремум участков ландшафта.

3. Аутбридинг – метод, при котором первый родитель выбирается случайным образом, а второй является член популяции максимально далёкий от первого. Данный метод предназначен для предупреждения сходимости алгоритма в каком-то локальном экстремуме, заставляя алгоритм исследовать новые, неисследованные области [4].

Для измерения расстояния между двумя особями в ГА применяются различные метрики:

1. Евклидово расстояние (формула 2);

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}. \quad (2)$$

2. L1 расстояние (Манхэттенское) (формула 3)

$$d(x, y) = \sum_{i=1}^n |x_i - y_i|. \quad (3)$$

3. Расстояние Чебышева (формула 4):

$$d(x, y) = \max_{i=1..n} |x_i - y_i|. \quad (4)$$

Для тестирования операторов выбора для данной работы, в ГА было реализовано Евклидово расстояние. Также для тестирования была выбрана задача (формула 5) со следующей системой ограничений (формула 6):

$$y(x) = 5 - 24x + 17x^2 - \frac{11}{3}x^3 + \frac{1}{4}x^4, \quad (5)$$

$$\begin{cases} y(x) \rightarrow \min; \\ 0 \leq x \leq 7; \\ x = i \cdot \text{step}, i \in \mathbb{Z} \end{cases}, \quad (6)$$

где *step* – погрешность оптимального решения.

Для сравнения эффективности были реализованы 3 версии ГА с различными операторами выбора. Количество генов в популяции 100, количество поколений 500. Также был реализован алгоритм полного перебора для проверки точности работы ГА. Результаты тестирования представлены в таблице 1:

Таблица 1 – Сравнение точности работы ГА с различными операторами выбора

Step x	Алгоритм полного перебора	ГА с панмиксией	ГА с инбридингом	ГА с аутбридингом
0.01	5,41666667	5,41666667	5,41666667	5,41666667
0.001	5,41666667	5,41606111	5,41605722	5,41539330
0.00001	5,41666667	5,41656274	5,40705477	5,41128129
0.000001	5,41666667	5,41666559	5,41628453	5,39445042
0.0000001	5,4166666667	5,41640445	5,41595248	5,41663834

Как видно из результатов в таблице 1 самый близкий результат показывает ГА с панмиксией. Однако это обусловлено небольшой областью поиска (всего 70.000.000 значений в последнем случае). При увеличении рельефа области поиска, увеличения количества неизвестных переменных ГА с инбридингом и ГА с аутбридингом также доказывают свою пригодность к использованию. Так ГА с инбридингом подходит для задач, где оптимальные

решения сконцентрированы в определённых точках области поиска (гладкий рельеф области поиска), а ГА с аутбридингом позволяет искать оптимальные решения на большей площади области поиска (рельеф с «шумами» и резкими перепадами).

Заключение. Было дано описание и представлен алгоритм стандартного генетического алгоритма. Также были описаны генетический алгоритм с вещественным кодированием и различные виды оператора выбора. Были продемонстрированы способы подсчёта расстояния между генами в ГА. Реализованы несколько вариантов генетического алгоритма с тремя различными операторами выбора родительской пары и сравнение полученных результатов с результатами алгоритма полного перебора. Данные алгоритмы были протестированы на специальной задаче с уменьшением погрешности оптимального ответа.

Список литературы

1. Алгоритмы эволюционной оптимизации / пер. с англ. А. В. Логунова. - М.: ДМК Пресс, 2020. - 940 с.
2. Алгоритмы. Руководство по разработке. – 2-е изд.: Пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2016. – 720 с.
3. Генетический алгоритм для оптимизации подбора параметров торговых ботов / Хлопцев А. А., Кузьма Ю. В. // Информационные технологии и системы 2020 (ИТС 2020) = Information Technologies and Systems 2020 (ITS 2020) : материалы международной научной конференции, Минск, 18 ноября 2020 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол. : Л. Ю. Шилин [и др.]. – Минск, 2020. – С. 88–89.
4. Генетические алгоритмы: учебно-методическое пособие / под ред. Ю. Ю. Тарасевича. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет» 2007. – 90 с.

UDC 621.3.049.77–048.24:519.1

COMPARISON OF THE EFFICIENCY OF VARIOUS SELECTION OPERATORS IN A GENETIC ALGORITHM WITH DISCRETE RECOMBINATION

Khloptsau A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Sirotko S.I. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of Informatics

Annotation. Genetic algorithms with discrete recombination with different selection operators were implemented. The accuracy of the obtained algorithms was measured on a test case with different accuracy. Conclusions are drawn on the efficiency of the presented inference operators and their application to practical problems.

Keywords. genetic algorithm, selection operator, panmixing, inbreeding, outbreeding

ОСОБЕННОСТИ СПЕКТРОВ ПРОПУСКАНИЯ И ЗНАЧЕНИЙ ШИРИНЫ ЗАПРЕЩЁННОЙ ЗОНЫ ПРЯМОЗОННЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В ОБЪЁМНОМ И ПЛЕНОЧНОМ СОСТОЯНИЯХ

Осмоловская Т.Н.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Станчик А.В. – канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Экспериментально исследовано влияние структуры образцов полупроводниковых материалов, на примере In_2S_3 , на значение ширины запрещённой зоны E_g . Показано, что для всех образцов, как поликристаллических, так и аморфных с увеличением средних размеров зёрен микрорельефа наблюдалась тенденция к уменьшению значений ширины запрещённой зоны и её приближение к эталонным значениям, полученным для монокристаллов. Анализ крутизны возрастания $(\alpha \cdot h\omega)^2$ для различных образцов также позволяет говорить о том, что для крупнозернистых образцов рост $(\alpha \cdot h\omega)^2$ гораздо более выраженный и погрешность оценки E_g в таком случае будет меньше.

Ключевые слова: ширина запрещенной зоны, оптические свойства, полупроводниковые материалы

Введение. Полупроводниковые материалы на основе соединений и твердых растворов селенидов/сульфидов меди, серебра-индия-галлия, сульфидов индия нашли широкое применение в элементах конструкций приборов электронной техники: различных видов детекторов излучений, тонкопленочных солнечных элементов и др. Обладая высокими значениями коэффициента оптического поглощения, высокой радиационной стойкостью вследствие дефектности кристаллической структуры, оптимальными для реализации приборов оптоэлектроники значениями ширины запрещённой зоны, данный тип материалов перспективен к применению. В данной статье автором на примере полупроводникового материала In_2S_3 показано, что на значения ширины запрещённой зоны, определенные по спектрам пропускания образцов, существенное влияние оказывает микрорельеф.

Основная часть. Одним из определяющих параметров для полупроводниковых материалов, применяемых в оптоэлектронике, является ширина запрещённой зоны. Её значения определяют область фоточувствительности полупроводника. Таким образом, управляя значениями ширины запрещённой зоны можно формировать различные по своему функциональному назначению полупроводниковые устройства.

Типичным методом определения ширины запрещённой зоны является аппроксимация прямолинейного участка $(\alpha \cdot h\omega)^2$ в области края собственного поглощения на ось энергии фотона $(h\omega)$. Измеряемым параметром является коэффициент пропускания T , далее происходит расчёт A , из которого рассчитывается коэффициент поглощения. Коэффициент поглощения рассчитывается по формуле 1 [1]:

$$\alpha = \frac{1}{d} \ln (A + \sqrt{A^2 + R^2}), \quad (1)$$

где α – коэффициент поглощения, см^{-1} ;

d – толщина образца, мкм;

$A = (1 - R)^2 / 2T$, %;

R – коэффициент отражения, численные значения которого равны 0,22 – 0,25.

Для полупроводниковых материалов, в которых поглощение света сопровождается прямыми и непрямыми межзонными переходами, зависимость $(\alpha \cdot h\nu)^2$ от $h\nu$ будет иметь вид прямой линии. Положение точки ее пересечения с осью энергии фотонов характеризует значение ширины запрещенной зоны.

Измерения происходят на спектрофотометре (рисунок 1):

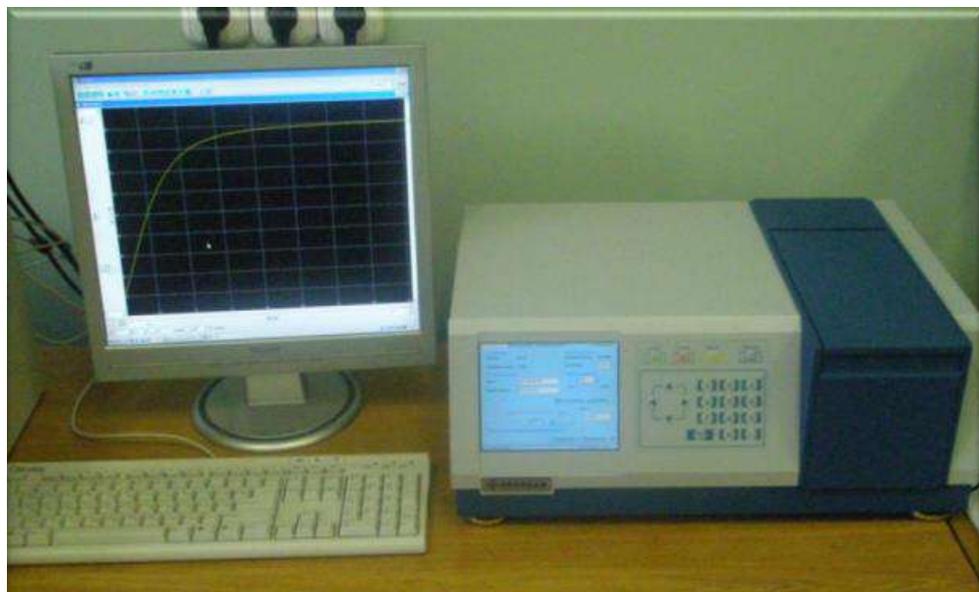


Рисунок 1 – Установка для измерения пропускания «MC-121 Proscan Special»

Для твердотельных полупроводниковых материалов основными состояниями являются: плёночное и объёмное. В объёмном состоянии образцы могут быть поликристаллическими и монокристаллическими. В плёночном состоянии полупроводники могут быть получены как из кристаллов, так и элементарных материалов различными методами (испарение, соиспарение, молекулярно-пучковая эпитаксия и т.д.), но при этом будут поликристаллическими.

Для монокристаллов подготовка образцов включает закрепление монокристалла на прозрачной подложке (используется стекло) при помощи оптически прозрачного клея, шлифовка до толщины 20 мкм, полировка. Для тонких плёнок используются методы контроля поверхности, важным является отсутствие проколов в поверхности.

Рассчитанные значения ширины, запрещённой для образцов с близкими по составу в объёмном и пленочном состояниях могут отличаться.

В качестве сравнительных данных использовались публикации [2-5], где представлены результаты расчета ширины запрещённой зоны, E_g , монокристаллов, поликристаллических и аморфных тонких плёнок кубической структуры. На рисунке 2 показаны оценки значения E_g для монокристаллов, выращенных методом Бриджмена (рис. 2а) [2]; тонких плёнок, полученных методом импульсного лазерного испарения (ИЛО) монокристаллов (рис. 2б) [3]; поликристаллических тонких плёнок с толщинами 50, 470 и 1200 нм, полученных вакуумным напылением с последующим отжигом (рис. 2в) [4]; аморфных плёнок, полученных с помощью термического осаждения в вакууме на стеклянные подложки при температуре $T_s = 220 - 240$ °С, толщиной 800 нм и 300 нм [5].

Для плёнок, полученных методом ИЛО переменными были температуры подложки: $T_s = 480$ К, $T_s = 610$ К, $T_s = 720$ К (рис. 2б линии 1,2,3 соответственно). Для поликристаллических тонких плёнок, полученных вакуумным напылением с последующим отжигом, переменными были время и температура отжига и толщина плёнок. Аморфные тонкие плёнки с толщиной 300 нм и 800 нм обладали размерами зёрен $\sim 20-50$ и >300 нм соответственно. Данные по расчету ширины запрещённой монокристаллов можно считать эталонными.

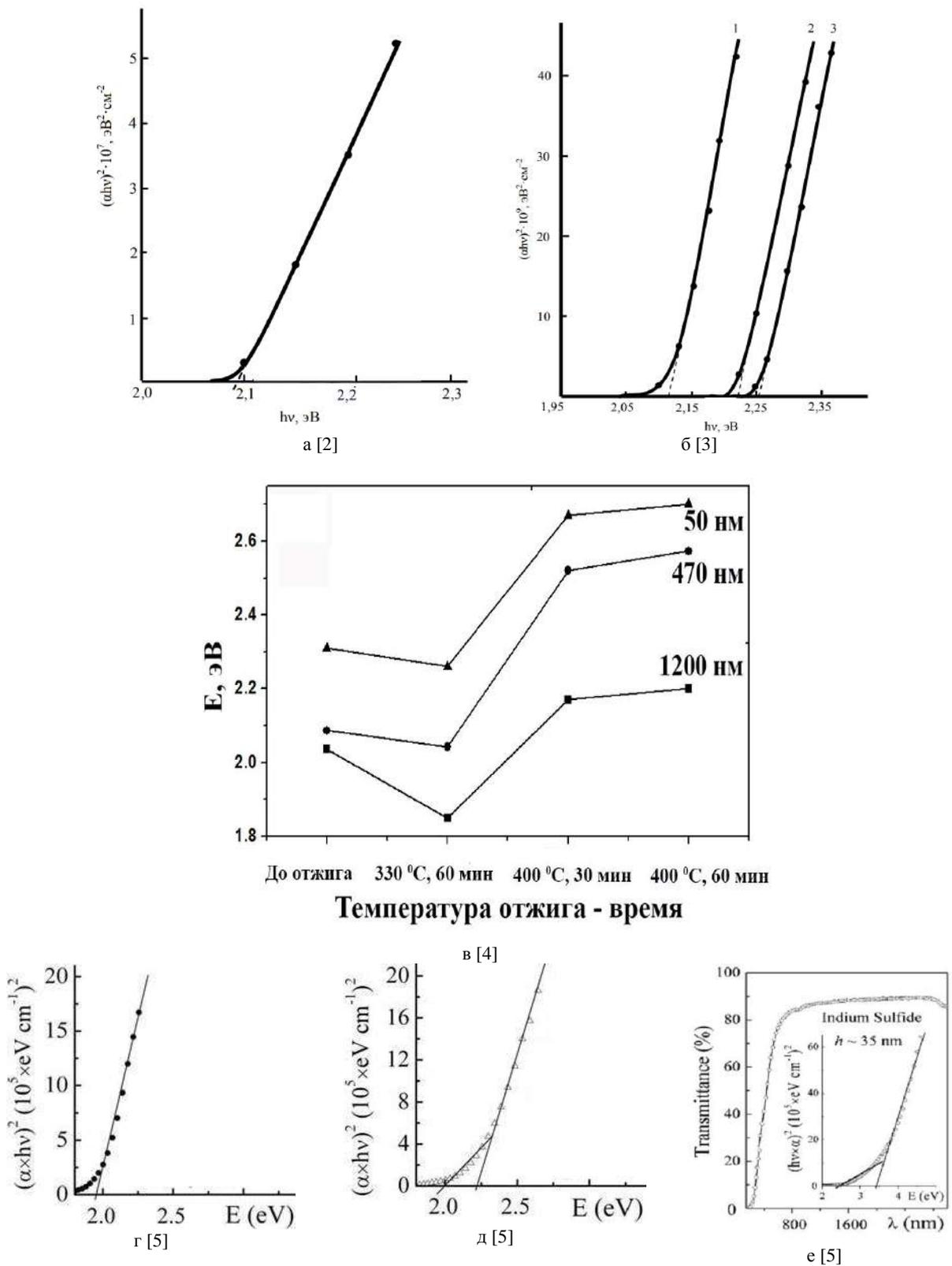


Рисунок 2 – Ширина запрещённой зоны полупроводниковых материалов In_2S_3

Ширина запрещённой зоны монокристаллов составила 2,04 эВ; плёнок, полученных ИЛО составила 2,11, 2,22, 2,26 эВ с ростом температуры подложки; плёнок, полученных вакуумным напылением с последующим отжигом, составила от 1,85 до 2,7 эВ; для аморфных плёнок от 1,96 эВ до 3,4 эВ.

Заключение. На примере соединения In_2S_3 кубической структуры выполнен анализ влияния состояния на оптические параметры образцов. Установлено, что для всех образцов,

как поликристаллических, так и аморфных с увеличением средних размеров зёрен наблюдалась тенденция к уменьшению значений ширины запрещённой зоны и её приближение к эталонным значениям, полученным для монокристаллов. Анализ крутизны возрастания $(\alpha \cdot h\omega)^2$ для различных образцов также позволяет говорить о том, что для крупнозернистых образцов рост $(\alpha \cdot h\omega)^2$ гораздо более выраженный и погрешность оценки E_g в таком случае будет меньше.

Список литературы

1. Уиллардсон, Р. Оптические свойства полупроводников / Р. Уиллардсон, А. Бир. – М.: Мир, 1970. – 488 с.
2. Полубок, В.А. Исследование температурных зависимостей ширины запрещенной зоны монокристаллов In_2S_3 двух структурных модификаций / В.А. Полубок // Доклады БГУИР. – 2008. – Т.6, №8. – С. 58 – 63.
3. Боднар, И.В. Влияние отжига на структуру и оптические свойства пленок In_2S_3 / И.В. Боднар, И.А. Викторов, В.Ф. Гременок, В.А. Полубок // Аморфные и микрокристаллические полупроводники: сб. материалов V Междунар. конф., Санкт-Петербург, Россия, 2006. – С. 374 – 375.
4. Izadneshan, H. Influence of annealing on the optical parameters of In_2S_3 thin films produced by thermal evaporation / H. Izadneshan, V. F. Grebenok // Журнал прикладной спектроскопии. – 2014. – Т. 81, № 2. – С. 297–300.
5. Нанокристаллические слои индия сульфида для солнечных элементов / О.А Гончарова, В.Ф Гременок, С. Жукотинский, К. Бенге // Материалы 22-ой Европейской Конференции по Фотовольтаике и Солнечной Энергии, 2-7 сентября 2007, Милан, Италия, С. 2300-2303.

UDC 621.315.592

PECULIARITIES OF THE TRANSMISSION SPECTRA AND GAG BANDS OF DIRECT GAP SEMICONDUCTOR MATERIALS IN THE BULK AND FILM STATES

Osmolovskaya T.N.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Stanchik A.V. – PhD, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The influence of the structure of samples of semiconductor materials, on the example of In_2S_3 , on the value of the band gap E_g , has been experimentally studied. It is shown, that for all samples, both polycrystalline and amorphous, with an increase in the average size of microrelief grains, there was a tendency to a decrease in the values of the band gap and its approach to the reference values obtained for single crystals. An analysis of the steepness of the increase $(\alpha \cdot h\omega)^2$ for various samples also allows us to say that for coarse-grained samples, the growth $(\alpha \cdot h\omega)^2$ is much more pronounced and the error in estimating E_g in this case will be smaller.

Keywords: band gap, optical properties, semiconductor materials

АНАЛИЗ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ В РИТЕЙЛЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ VI-РЕШЕНИЯ

Протьюко И.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Тонкович И.Н. – канд.хим.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Обоснована необходимость использования в ритейле систем класса VI. Обозначены основные направления их применения. Выявлены преимущества VI-решений при принятии стратегических и тактических решений.

Ключевые слова: Business Intelligence, продажи, ритейл, анализ, визуализация данных

Введение. В настоящее время сложно представить успешный бизнес в ритейле без контроля текущей ситуации на рынке. Из-за растущей конкуренции розничная торговля должна фокусироваться на повышении эффективности своих процессов. Для того чтобы оптимизировать затраты, сокращать издержки, повышать качество обслуживания, увеличивать лояльность покупателей, прогнозировать спрос на товары ритейлу необходимо оперативно собирать и обрабатывать актуальную информацию в реальном времени для принятия стратегических и тактических решений. Решение данной задачи – использование систем класса VI.

В настоящее время уже накоплен значительный опыт успешного внедрения VI-систем в практику ритейла. По данным исследований Qlik, 88,6% респондентов отмечают потребность внедрения VI-решений для увеличения скорости и эффективности принятия управленческих решений; 72,7% – для повышения производительности сотрудников, работающих с отчетами; 65,9% – в интеграции разнородных источников данных для получения единой картины бизнеса.

В работе представляется целесообразным определить основные направления применения VI-решений в розничной торговле, выявить их преимущества при принятии управленческих решений.

Основная часть. VI-решение – это [1]:

- приложение, включающее дашборды, графики, таблицы и отчеты, специально настроенные для удобного операционного и стратегического анализа;
- незаменимый инструмент для принятия высокоэффективных решений;
- надежное средство повышения эффективности управления, сокращения затрат и увеличения выручки;
- доступ к полной и детальной информации о бизнесе в любом месте за один клик.
- VI-системы позволяют объединить накопленные операционные данные из различных источников и превратить их в полезные знания для принятия эффективных бизнес-решений.
- Основные направления применения VI в ритейле:
 - визуализация данных в реальном времени, предоставляющая бизнесу значительное преимущество в скорости реакции на изменение;
 - выявление убыточных и прибыльных направлений деятельности;
 - планирование продаж, оценка выполнения планов в реальном времени;
 - планирование бюджетов, анализ движения денежных средств;
 - анализ конкуренции, маркетинговые исследования;
 - планирование, оперативное управление поставками, складскими запасами.

Рынок данных в ритейле растет особенно быстро. В современных условиях для бизнеса крайне важно выбрать наиболее эффективную VI-систему. Сегодня на рынке платформ

бизнес-аналитики представлено огромное количество различных продуктов. Ежегодно компания *Gartner* проводит масштабные исследования в этой сфере [2].

На рисунке 1 представлен Магический квадрант *Gartner*, на котором отображаются две оси: полнота видения (*Completeness of vision*) – горизонтальная ось X и реализуемость решения (*Ability to execute*) – вертикальная ось Y.



Рисунок 1 – Квадрант Gartner 2021 для BI-платформ

Сегодня самые популярные программные продукты для интерактивной бизнес-аналитики и визуализации данных – это *Microsoft Power BI*, *Tableau* и *Qlik*, помогающие ритейлеру проводить глубокий анализ большого количества данных и представлять результаты в удобной, интуитивно понятной форме.

Заключение. Решения по *BI* позволят компаниям строить целостную картину бизнеса: находить закономерности в огромных массивах информации, создавать более точные прогнозы, получать качественную динамическую отчетность, оптимизировать имеющиеся товарные запасы, разрабатывать многочисленные программы лояльности и стимулирования спроса в ритейле, что в конечном итоге приведет к значимому увеличению экономического эффекта.

Список литературы

1. Основные аспекты *BI* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.unisender.com/ru/support/about/glossary/business-intelligence/>
2. Gartner [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gartner.com/en>

UDC 004.67+658.8.012.12

ANALYSIS AND VISUALIZATION OF DATA IN RETAIL USING A BI SOLUTION

Pratsko I.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Tonkovich I.N. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The necessity of using BI class systems in retail is substantiated. The main directions of their application are indicated. The advantages of BI solutions in making strategic and tactical decisions are revealed.

Keywords. Business Intelligence, sales, retail, analysis, data visualization

АНАЛИЗ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ В НОСИМОМ ДАТЧИКЕ ПРИСУТСТВИЯ

Сидоренко В.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Горбач А.П. – магистр техн. наук, старший преподаватель кафедры ПИКС

Аннотация. Проанализированы механические процессы, протекающие в носимом датчике присутствия. Установлено, что значения исследуемых параметров являются удовлетворительными. Использование виброизоляции не требуется.

Ключевые слова: моделирование, механическое воздействие, плата печатная

Введение. Носимый датчик присутствия на микроконтроллере *ESP8266* – это устройство, предназначенное для фиксирования перемещения объектов и автоматического запуска требуемых действий в ответ на перемещение объектов. Устройство преимущественно используется в комплексных системах автоматизации зданий «умный» дом, может выступать в качестве датчика приближения в целях соблюдения дистанции в общественных местах в условиях эпидемий и пандемий инфекционных заболеваний [1].

При эксплуатации устройство подвергается воздействию различных дестабилизирующих факторов, под которыми понимают любое воздействие на устройство. Такие факторы зависят от условий эксплуатации, хранения и транспортирования. Так как носимый датчик присутствия является переносимым устройством, не исключена возможность его падения с высоты. Выполним моделирование механических воздействий, испытав устройство на ударную нагрузку. Также, при моделировании механических воздействий учтём наличие собственных колебаний печатной платы, которые вызваны протекающим по ней переменным током.

Основная часть. Моделирование физических процессов состоит из шести этапов.

Первый этап – уяснение цели моделирования. Целью является прогноз поведения исследуемого устройства при воздействии на него механических нагрузок.

На втором этапе происходит построение концептуальной модели, которая представляет собой структуру моделируемого устройства, включая свойства его элементов и присущие ему причинно-следственные связи, необходимые для достижения целей моделирования. Результатом второго этапа моделирования является схема электрическая принципиальная (рисунок 1).

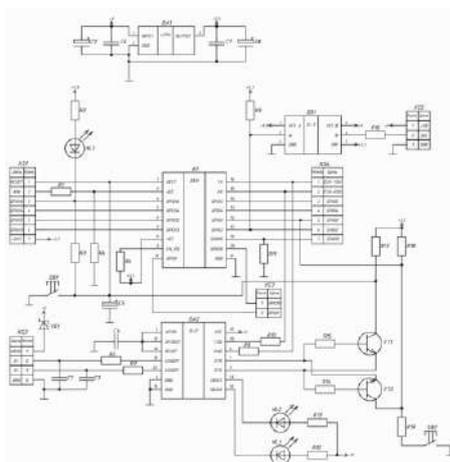


Рисунок 1 – Схема электрическая принципиальная носимого датчика присутствия

Третий этап включает выбор наиболее удобного для моделирования программного обеспечения. Для выполнения моделирования механических процессов будем использовать две программы: *Altium Designer* для создания печатной платы, *SolidWorks Simulation* для моделирования механических воздействий.

Четвёртый этап – планирование эксперимента. Данные, полученные в результате эксперимента, должны быть максимально информативными и в то же время удовлетворяющими заданным ограничениям. Для обеспечения этих условий и производится планирование эксперимента. В ходе моделирования пренебрегаем некоторыми элементами, наличие которых не влияет на результат эксперимента, при этом упрощая модель.

На пятом этапе производим эксперимент, который включает в себя получение моделей механических процессов при заданных условиях в носимом датчике присутствия. Так как моделирование является имитационным, модели реализуем с помощью программного обеспечения с фиксацией и дальнейшей обработкой полученных данных. Основные параметры элементов представлены в таблице 1. Вариант закрепления – по четырём углам за крепёжные отверстия.

Таблица 1 – Основные параметры компонентов

Элементы	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм	Количество	Масса, г
Конденсатор 0603	1,6	0,8	0,9	5	0,05
Конденсатор танталовый	3,2	1,6	1,6	3	0,67
Микросхема <i>ESP-12F</i>	16	24	3	1	5,4
Микросхема <i>LD1117AS33TR</i>	6,5	3,5	1,5	1	0,4
Микросхема <i>FT231XS-R</i>	6,5	4,5	1,2	1	0,45
Микросхема <i>74LVC1T45GW.125</i>	2	2,1	0,5	1	0,15
Светодиод <i>2-0603UBC</i>	1,6	0,8	0,3	2	0,02
Резистор 0603	1,6	0,85	0,45	19	0,01
Кнопка <i>KLS7-TS1202-43-180</i>	12	12	4	2	1,2
Диод <i>MBR540T3G</i>	3,8	2,7	0,9	1	0,47
Транзистор <i>BC847C</i>	2,9	1,3	0,6	2	0,05
Разъём <i>DS1021-2</i>	2,5	6	2,5	1	0,1
Разъём <i>DS1021-3</i>	5	6	2,5	1	0,2
Разъём <i>DS1021-10</i>	22,5	6	2,5	2	0,6
Разъём <i>micro-USB 105017-0001</i>	7,5	7	2	1	3

Для исследования собственных частот в *SolidWorks Simulation* создаём частотное исследование. Указываем материал платы печатной и элементов, устанавливаем крепление платы по четырём углам за крепёжные отверстия, стоим сетку и выполняем моделирование [2].

Для исследования воздействия ударных нагрузок в среде *SolidWorks Simulation* создаём исследование «Испытание на ударную нагрузку», задаём материалы платы печатной и элементов. В настройках указываем высоту 1,0 метр (уровень пояса человека) и притяжение (левая боковая грань). Строим сетку и выполняем моделирование.

Шестой этап включает обработку и анализ полученных в ходе эксперимента данных. Результат частотного моделирования представлен на рисунке 2. Результат моделирования воздействия ударных нагрузок представлен на рисунке 3. Данные моделирования представлены в таблице 2.

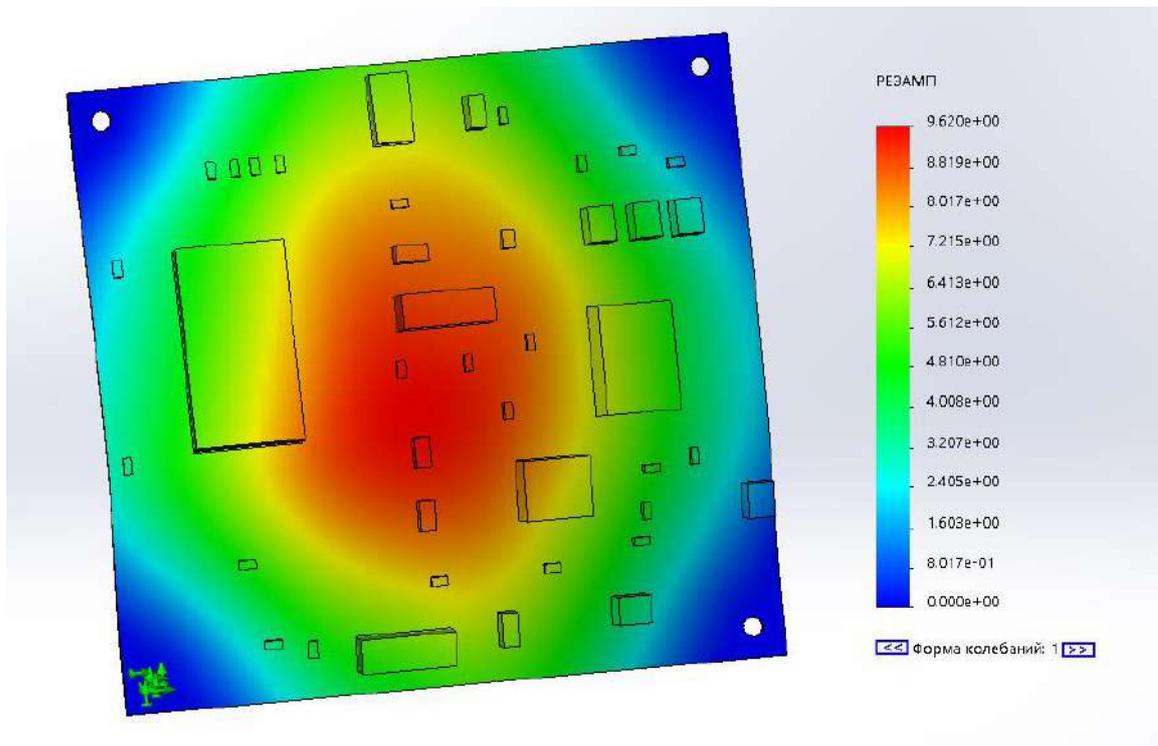


Рисунок 2 – Результат частотного моделирования

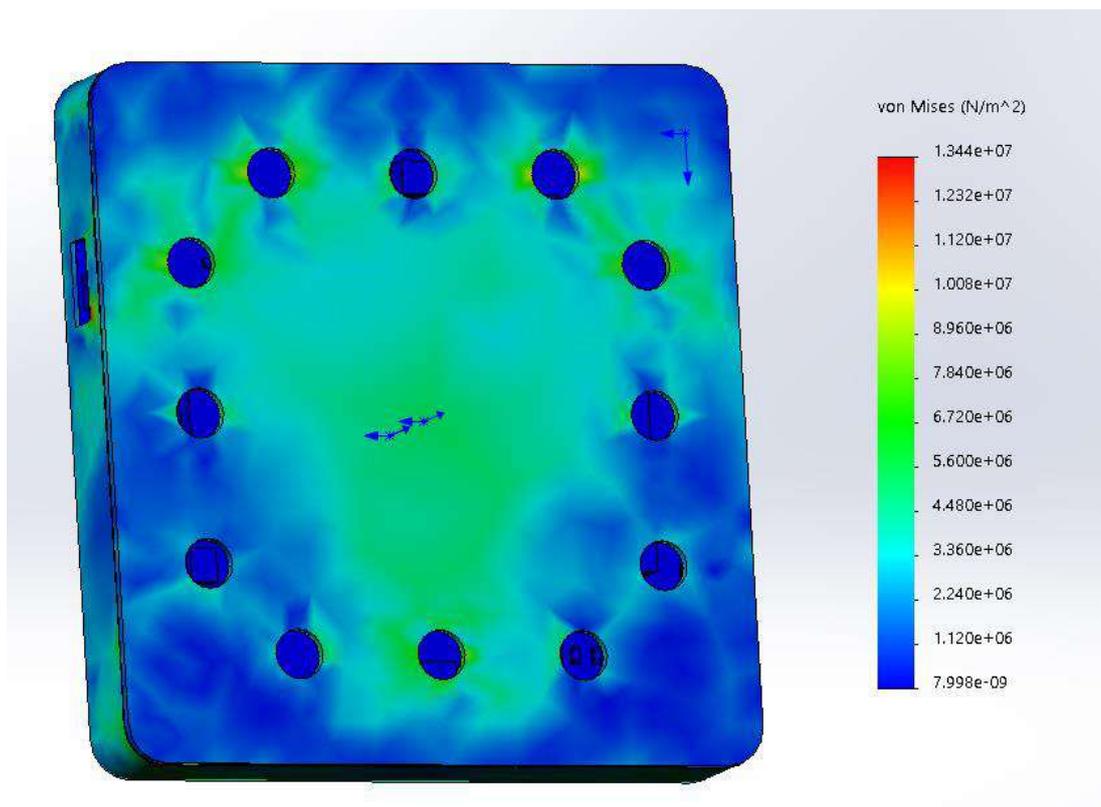


Рисунок 3 – Результат моделирования воздействия ударных нагрузок

Таблица 2 – Данные моделирования механических процессов

Собственная частота, Гц	Максимальное отклонение ПП, мм	Максимальное напряжение, МПа	Максимальное смещение от исходного положения, мм
335	4,3	13	1

Рассматриваемое устройство может подвергаться воздействию вибраций с частотой до 70 Гц [3]. Таким образом, параметр собственной частоты печатной платы имеет удовлетворительное значение.

В результате моделирования ударных нагрузок получены также значения максимального напряжения печатной платы и результирующее смещение. Согласно ГОСТ 12652-74 [4], разрушающее напряжение для стеклотекстолита составляет 350 МПа, что в несколько раз превышает полученное значение, поэтому плата печатная не будет разрушена. Значения максимального отклонения и смещения от исходного положения имеют удовлетворительные значения, поэтому плата печатная не нуждается в виброизоляции.

Заключение. Выполнен анализ механических процессов, проходящий в носимом датчике присутствия. В результате анализа установлено, что все исследуемые параметры механических воздействий имеют удовлетворительные значения. Использование виброизоляции не требуется.

Список литературы

1. Valens, C. *Wearable Wi-Fi gadget* / C. Valens // *Elektr.* – 2021. – №7-8 – С. 58-62.
2. *SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике* / А.А. Алямовский [и др.]. – СПб. : БХВ-Петербург, 2008. – 1020 с.
3. Пирогова, Е.В. *Проектирование и технология печатных плат: учебник* / Е.В. Пирогова. – М.: Изд-во ФОРУМ, 2005. – 560 с.
4. ГОСТ 12652-74. *Стеклотекстолит электротехнический листовой.* – Введ. 1976-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 1974. – 15 с.

UDC 621.396.6-047.58

ANALYSIS OF MECHANICAL PROCESSES OCCURRING IN WEARABLE WI-FI GADGET

Sidorenko V.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Gorbach A.P. – master of technical sciences, assistant professor of the department of ICSD

Annotation. The mechanical processes occurring in a wearable wi-fi gadget are analyzed. It is established that the values of the studied parameters are satisfactory. The use of vibration isolation is not required.

Keywords. modeling, mechanical impact, printed circuit board

ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАПРОСОВ В GREENPLUM

Павлович Н.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Тонкович И.Н. – канд.хим.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. В статье рассматриваются основные понятия и механизмы оптимизации запросов в Greenplum. Выявлены причины неоптимальной работы запросов и приводятся рекомендации по решению данной проблемы.

Ключевые слова: Greenplum, оптимизация, план запроса, перекос, движение данных, замножение данных

Введение. Уже много лет существует тенденция, при которой для крупного бизнеса возрастает значимость распределенных аналитических баз данных, таких как *Greenplum*. Поэтому задача оптимизации запросов стоит как никогда остро. При плохо составленных запросах скорость обработки любого запроса равна скорости самого медленного сегмента [1].

В статье рассматриваются основные причины неоптимальной работы запросов и даются рекомендации по решению данной проблемы.

Основная часть. При медленной обработке запроса необходимо, во-первых, понимать причину, а во-вторых, найти ее решение. Для установления причины следует изучить план запроса. План запроса – это последовательность операций, которые выполняет БД для получения требуемого в запросе результата. За построение плана запроса отвечает оптимизатор – модуль БД, который учитывает такие факторы, как количество записей в таблицах, наличие индексов, наличие партиций [2]. План запроса представляет собой дерево, где каждый узел – какая-либо операция БД.

Выделим основные операции, которые используются при прочтении плана запроса.

Операции движения данных:

1 *Redistribute motion* – перераспределение данных. При перераспределении на каждом сегменте происходит отправка строк таблицы на другие сегменты в соответствии с новым ключом распределения.

2 *Broadcast motion* – полное копирование таблицы на все сегменты. Каждый сегмент посылает свою порцию таблицы на все остальные сегменты. Вследствие чего на каждом сегменте оказывается полная копия таблицы.

3 *Gather motion* – собирает результат работы запроса со всех сегментов.

Операции соединения:

1. *Hash join* – наиболее часто встречающийся тип соединения таблиц в *GP* и в подавляющем большинстве наиболее оптимальный из всех. Алгоритм соединения заключается в чтении меньшей таблицы и построении для нее хэш-таблицы, далее читается большая таблица, для каждой строки которой вычисляется значение хэш-функции от ключа соединения, и выполняется поиск этого значения в хэш-таблице. В случае успеха соответствующие записи из обеих таблиц добавляются к результату соединения. Указанные действия выполняются параллельно на всех сегментах, поэтому необходимо, чтобы на момент выполнения *hash join* соединяемые таблицы были распределены по ключу соединения.

Соединение двух таблиц с помощью *nested loop* выполняется путем прохода по всем строкам меньшей таблицы для каждой строки большей таблицы. В случае выполнения условия соединения соответствующая пара строк попадает в результирующую таблицу. Для выполнения *nested loop* меньшая таблица копируется (*broadcast motion*) на все сегменты. При этом меньшая таблица не всегда является маленькой. *Nested loop* является крайне неоптимальным способом соединения в случае, когда обе таблицы большие. Этот способ соединения выбирается оптимизатором при условии соединения отличным от обычного

равенства полей.

2. *Merge join* – соединение предварительно отсортированных таблиц. Происходит за один проход по каждой из таблиц. Для вычисления *merge join* необходима предварительная сортировка данных, а сортировка – очень тяжелая операция. Для того, чтобы увидеть план запроса нужно использовать команду *Explain* перед запросом. В строке помимо типа выполняемой операции содержатся следующие метрики: *cost* – стоимость выполнения операции, измеряется в единицах чтения дисковых страниц; *rows* – итоговое количество строк, которое в среднем возвращает каждый сегмент после выполнения данного оператора; *width* – ширина выходной таблицы в байтах.

В общем случае существует множество вариантов для выполнения одного запроса, и задача оптимизатора выбрать наиболее оптимальный. Для того, чтобы выбрать наиболее оптимальный вариант, оптимизатор должен иметь статистику о таблицах, которые участвуют в запросе. В статистике для таблицы содержится информация об объеме таблицы, для каждого поля таблицы указывается информация о количестве *null*-значений, количестве уникальных значений, наиболее часто встречающиеся значения и т.д. [3].

В случае, когда статистика на таблицу неактуальная, т.е. после последнего сбора статистики данные в таблице сильно изменились, оптимизатор может выбирать неоптимальный план запроса. В *GP* есть два варианта выбора оптимизатора: *GPORCA* и *Legacy optimizer*. По умолчанию используется оптимизатор *GPORCA*, который является по сути улучшенной и доработанной версией оптимизатора *Legacy optimizer*.

Greenplum работает со скоростью самого медленного сегмента. Какой же сегмент является самым медленным? Мощность каждого сегмента одинакова и операции на каждом сегменте также выполняются одинаково. Что может отличаться, так это объем данных, который обрабатывается каждым сегментом. Поэтому самым медленным сегментом оказывается тот, который обрабатывает наибольшее количество строк. В идеальной ситуации, при которой все таблицы и промежуточные результаты запроса распределяются равномерно по всем сегментам, нагрузка на все сегменты одинакова и запрос работает наиболее оптимально. Но в реальности случается так, что-либо исходные таблицы, либо промежуточные результаты запроса распределяются таким образом, что на одном или нескольких сегментах оказывается большая часть таблицы [4]. Именно в этом случае принято говорить о наличии перекоса в данных.

Выделяют следующие варианты перекоса: перекоз из-за *null*-значений в ключе распределения и перекоз из-за плохой уникальности ключа распределения. Места перекоса: перекоз исходных таблиц запроса; перекоз при перераспределении исходных таблиц и перекоз при перераспределении промежуточных результатов запроса.

Как правило, перекоз находят с помощью плана запроса по следующему алгоритму:

- определяют, есть ли в плане запроса перераспределения;
- если нет, то осуществляют поиск в исходных таблицах;
- если да, то для каждого перераспределения необходимо посмотреть, что перераспределяется (исходные таблицы или результат каких-то промежуточных вычислений); как распределяется по сегментам (есть ли в ключе распределения *null*-значения или просто одинаковые значения в большей части таблицы).

Общий алгоритм действий для устранения перекоса следующий:

1 Если много уникальных значений в ключе распределения, то сначала следует выделить из таблицы ту часть строк, из-за которой возникает перекоз (при этом необходимо распределить эту часть по уникальному ключу). Затем выполняют необходимые вычисления отдельно для этих частей (при этом важно не допускать перераспределения той части, из-за которой возник перекоз). И далее – объединить результаты вычислений.

2 Если мало уникальных значений в ключе распределения (и если характер вычислений позволяет работать только с уникальными ключами), то сначала группируются все записи по ключу распределения, выполняются вычисления. Далее выполняется присоединение обратно к исходной таблице через *broadcast* (т.е. важно чтобы выполнялось именно копирование

маленькой таблицы, вместо перераспределения изначальной, в противном случае проблема не решается).

В целом можно сказать, что любая операция движения данных негативно сказывается на времени работы запроса. В идеальном случае запрос должен выполняться параллельно на всех сегментах без каких-либо движений, данных между ними. Но в реальности таблицы могут использоваться в совершенно разных запросах, поэтому нельзя придумать такое распределение таблицы, чтобы в каждом запросе не было никаких движений данных.

Тем не менее в случаях, когда движения данных необходимы, у оптимизатора часто имеется несколько разных вариантов движения исходных таблиц. Например, при соединении двух таблиц по ключу, отличному от ключей распределения исходных таблиц, у оптимизатора есть следующие варианты: перераспределить обе таблицы по ключу соединения или скопировать одну из таблиц на все сегменты, а вторую оставить как есть.

Задача оптимизатора при построении плана запроса – выбрать среди всех вариантов тот, при котором объем перемещаемых между сегментами данных будет минимальным. Но иногда случается так, что оптимизатор выбирает не самый оптимальный вариант. Например, вместо перераспределения двух равных по объему таблиц, он решает одну из них скопировать на все сегменты или наоборот, вместо копирования маленькой таблицы, перераспределяет огромную.

Это может происходить по следующим причинам:

1 Неактуальная статистика на таблицы-источники. В этом случае оптимизатор просто может не знать о реальных объемах таблиц, в следствие чего ошибиться в выборе варианта движения данных. Понять, что статистика на таблицу неактуальна можно по плану запроса.

2 Разные типы ключей соединяемых таблиц. В случае соединения двух таблиц по полю, тип которого отличается в исходных таблицах, может происходить перераспределение одной из исходных таблиц.

3 Особенности работы запроса. Например, в случае выполнения *left join* двух таблиц никогда не будет происходить копирование левой таблицы, независимо от ее объема и объема правой таблицы.

Чтобы понять, что оптимизатор делает что-то неверно, следует, во-первых, прочитать план запроса и понять какие движения данных выполняются, во-вторых, определить есть ли другие варианты движения данных и, в-третьих, сравнить все варианты на объем перемещаемых данных.

Проблема замножения данных с одной стороны является одной из самых простых, так как ее легко диагностировать, а с другой – самой сложной, поскольку решение этой проблемы в каждом случае индивидуально. Под замножением данных понимается ситуация, при которой в результате операции *join* объем обрабатываемых данных резко возрастает. Происходит это по причине наличия одинаковых значений в ключе соединения обеих таблиц.

Устранение проблем с замножением данных:

1 Если выполняется соединение таблиц по равенству каких-то полей, необходимо проверить наличие дублей по этому полю. Если нашлись дубли, то необходимо понять, нужны ли все эти данные в результирующей таблице. Когда они не нужны, то необходимо дедублицировать (сгруппировать или выбрать какую-то одну строку для каждого значения) исходные таблицы по ключу соединения.

В случае, когда они нужны только для вычислений (т.е. будет выполняться какая-то агрегация этих значений), то можно попробовать преагрегировать хотя бы одну из исходных таблиц, сделав необходимые вычисления и избавившись от дублей по ключу соединения, а затем соединить таблицы (уже без замножения) и доагрегировать получившиеся данные.

2 Если выполняется соединение таблиц не только по равенству полей, т. е. присутствуют какие-то дополнительные условия (отличные от равенства полей), то необходимо проверить на наличие дублей те поля, которые участвуют в условиях на равенство. Оценить объем замножения в этом случае можно, соединив таблицы только по условиям на равенство.

Если объем замножения является огромным по отношению к исходным таблицам (в сотни раз больше), то необходимо попробовать добавить в условие соединения еще одно или несколько условий по равенству полей так, чтобы вместе с ними замножение значительно уменьшилось.

Далее опишем общие рекомендации по написанию запросов в *Greenplum*, что позволит в большинстве случаев избежать ошибок, рассмотренных ранее [5]:

- в идеальном случае `join` следует делать по полям дистрибуции хотя бы одной из таблиц;
- необходимо максимально уменьшать количество данных перед операцией `join`;
- рекомендуется всегда указывать только необходимые колонки в итоговом `select`-запросе;
- использовать партиции. Одним из главных механизмов оптимизации запросов к большим таблицам в *GP* является партиционирование;
- не используем `or`, `in`, `like` в условиях соединения по полям;
- операцию сортировки не стоит ее использовать без крайней необходимости;
- не рекомендуется использовать оператор `Distinct`. Он часто требует перераспределения таблицы по всем указанным в запросе полям;
- не рекомендуется использовать оператор `Union`.

Для объединения результатов запросов рекомендуется использовать `Union All`. Оператор `Union`, кроме объединения результатов запросов, удаляет дубли. При этом для этого *GP* требуется выполнить одну из самых тяжелых операций – сортировку.

Заключение. Практическое применение наработанных идей позволяет в значительной степени повысить производительность распределенной базы данных. Что, в свою очередь, снизит потребность в приобретении дополнительных производительных мощностей.

Список литературы

1. *Open Source Greenplum Database [Электронный ресурс]*. – Режим доступа: <https://docs.greenplum.org/6-16/common/gpdb-features.html>.
2. *Планы SQL-запросов в Greenplum [Электронный ресурс]*. – Режим доступа: <https://www.bigdataschool.ru/blog/explain-sql-queries-in-greenplum.html>.
3. *Сборщик статистики [Электронный ресурс]*. – Режим доступа: <https://postgrespro.ru/docs/postgresql9.6/monitoring-stats>.
4. *Перекос [Электронный ресурс]*. – Режим доступа: <https://www.bigdataschool.ru/blog/greenplum-data-and-process-skew-how-to-find-and-solve.html>.
5. *Оптимизации SQL-запросов в Greenplum [Электронный ресурс]*. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/rostelecom/blog/442758/>.

UDC 004.655

OPTIMIZING QUERY IN GREENPLUM

Paulovich N.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Tonkovich I.N. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The article discusses the basic concepts and mechanisms of query optimization in Greenplum. The reasons for the non-optimal work of queries are identified and recommendations are given for solving this problem.

Keywords: Greenplum, optimization, query plan, skew, data movement, data multiplication

УСКОРЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ НА ДЛИТЕЛЬНУЮ НАРАБОТКУ

Калита Е.В., Казючиц В.О.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Боровиков С.М. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Обоснованы условия проведения ускоренных форсированных испытаний биполярных транзисторов большой мощности типа КТ872А. В качестве факторов, ускоряющих испытания, выбраны повышенная температура и обратное напряжение, прикладываемое к коллектору транзисторов. Рассчитан коэффициент ускорения испытаний относительно рабочего режима работы транзисторов.

Ключевые слова: полупроводниковые приборы, постепенные отказы, метод имитационных воздействий, ускоренные испытания, модель Эйринга.

Введение и актуальность исследования. Известно, что для полупроводниковых приборов (ППП) примерно 80 процентов их отказов являются постепенными [1]. Поэтому для обеспечения надёжности электронных устройств длительного функционирования необходимо при их сборке использовать ППП с заданной надёжностью по постепенным отказам. Получить экземпляры, отвечающие требованию по постепенным отказам, можно путём их отбора из выборки однотипных ППП, используя метод имитационных воздействий [2, 3]. Процедура применения этого метода, как и других методов прогнозирования надёжности полупроводниковых приборов, условно можно разбить на три следующие этапа:

1. Предварительные исследования на длительную наработку определённой выборки ППП интересующего типа (примерно 50...100 экземпляров). Эти исследования называют обучающим экспериментом, а используемую выборку – обучающей выборкой.

При проведении обучающего эксперимента, используя обучающую выборку ППП, вначале выясняют, как электрический функциональный параметр (обозначим его через Y) ППП рассматриваемого типа в среднем изменяется в зависимости от имитационного фактора (например, температуры). Здесь изменения электрического параметра Y носят обратимый характер, т.е. после снятия имитационного фактора электрический параметр принимает своё начальное значение. Далее определяют, как этот же электрический параметр в среднем зависит от наработки t , т.е. как деградирует в процессе работы ППП

2. Получение по результатам обучающего эксперимента имитационной модели в виде функции пересчёта, показывающей, какой уровень имитационного фактора $F_{им}$ соответствует интересующей длительной наработке t :

$$F_{им} = f(t), \quad (1)$$

где $F_{им}$ – имитационное значение воздействия F , соответствующее наработке t ;

f – символ функциональной зависимости;

t – интересующая наработка (время работы) ППП.

3. Индивидуальное прогнозирование значения электрического параметра Y для заданной длительной наработки t_3 для экземпляров, не принимавшим участия в обучающем эксперименте, и принятие решения о соответствии или несоответствии конкретного экземпляра требованию надёжности по постепенным отказам.

Получение прогноза электрического параметра Y сводится к измерению у конкретного экземпляра значения Y в условиях воздействия на ППП имитационного фактора уровня $F_{им}$, рассчитанного по модели (1) при значении $t = t_3$. Если прогноз электрического параметра Y

отвечает норме, приводимой на этот параметр в технической документации, или указанной потребителем, то принимается решение о соответствии экземпляра требованию надёжности по постепенным отказам для заданной наработки t_3 .

Необходимым условием получения имитационной модели является наличие выражения для усреднённой зависимости электрического параметра Y от наработки t :

$$Y_{cp} = f_1(t), \quad (2)$$

где f_1 – символ функциональной зависимости, выбираемый из условия лучшего описания изменения Y_{cp} от наработки t .

Для получения модели (2) необходимо провести испытания на длительную наработку экземпляров обучающей выборки. При этом, в процессе испытаний следует периодически контролировать изменения (деградацию) электрического параметра Y каждого экземпляра.

Задаваемая длительная наработка t_3 составляет десятки тысяч часов, поэтому проводят ускоренные, обычно форсированные испытания, позволяющие за короткое время t_y получить о деградации параметра Y такую же информацию, как и в течение наработки t_3 в рабочем режиме. Актуальным является выбор вида и уровней форсирующих воздействий, ускоряющих деградацию электрических параметров ППП, а также времени проведения ускоренных испытаний.

Основная часть. Задача выбора режима и определения времени проведения ускоренных испытаний решалась применительно к биполярным транзисторам большой мощности типа КТ872А. В качестве электрического функционального параметра Y рассматривалось $U_{кэ\text{ нас}}$ – напряжение насыщения коллектор–эмиттер. Параметры рабочего режима, режим и время проведения ускоренных испытаний транзисторов (относительно их рабочего режима) указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Данные о рабочем режима транзисторов и режиме проведения ускоренных испытаний

Характеристика, параметр, величина	Значение
<i>Параметры и условия рабочего режима транзисторов</i>	
1. Постоянная мощность, рассеиваемая коллектором P , Вт	30
2. Напряжение коллектор–эмиттер $U_{кэ}$, В	150
3. Температура окружающей среды (корпуса транзистора) T_{cp} , °С	+55
4. Средний ток коллектора $I_{к}$, А	0,2
<i>Параметры, выбранные из технических источников</i>	
5. Максимальная мощность рассеивания коллектором при $T \leq 25$ °С, P_{max} , Вт	100
6. Тепловое сопротивление кристалл–корпус $R_{кр-корп}$, °С/Вт	1,25
7. Усреднённое значение энергии активации E_a , эВ	0,7
<i>Выбранные и расчётные параметры режима ускоренных испытаний</i>	
8. Температура ускоренных испытаний T_y , °С	135
9. Обратное напряжение U_y (напряжение $U_{кэ}$) при ускоренных испытаниях, В	600
10. Значение P_{max} при $T = +55$ °С, Вт (расчётное значение)	76
11. Перегрев ΔT (в °С), имитирующий мощность $P = 30$ Вт при $T_{cp} = +55$ °С	37,5
12. Коэффициент ускорения испытаний за счёт повышенной температуры, $K_y^{(T)}$	10,1
13. Коэффициент β формулы (3), 1/В	0,00443
14. Коэффициент ускорения испытаний за счёт обратного напряжения, $K_y^{(U)}$	7,34
15. Общий коэффициент ускорения, $K_y^{(T,U)}$	74,1
16. Время ускоренных испытаний (при значении E_a), ч	216
17. Наработка t , соответствующая рабочим (нормальным) условиям, ч	16 005

При выборе и обосновании режима и условий проведения ускоренных испытаний использованы известные подходы, рассмотренные в [2 – 8]. В качестве модели ускоренных испытаний выбрана модель Эйринга [5, 8], в которой с целью увеличения коэффициента ускорения испытаний транзисторы подвергаются воздействию повышенной температуры и

повышенной электрической нагрузке по сравнению с рабочими условиями. Согласно этой модели коэффициент ускорения испытаний $K_y^{(T, U)}$ за счёт использования температуры (T) и напряжения смещения на коллекторном переходе транзистора (U) определялся как

$$K_y^{(T, U)} = \exp \left[\frac{E_a}{k} \left(\frac{1}{T_p} - \frac{1}{T_y} \right) \right] \times \exp [\beta (U_y - U_p)], \quad (3)$$

где E_a – энергия активации, эВ;

k – постоянная Больцмана ($8,617 \times 10^{-5}$ эВ/К);

β – параметр, зависящий от технологии изготовления ППП (получен на основе справочного материала, приводимого в [9]).

Нижние индексы «р» и «у» при параметрах T и U в формуле (3) относятся соответственно к рабочему режиму и режиму ускоренных испытаний.

Заключение. Выбран и обоснован режим проведения ускоренных испытаний на длительную наработку биполярных транзисторов большой мощности типа КТ872А (см. таблицу 1). Для ускорения испытаний использована модель Эйринга, учитывающая ускорение испытаний за счёт воздействия на испытываемые транзисторы повышенной температуры и повышенной электрической нагрузки.

Список литературы

1. Боровиков, С. М. Теоретические основы конструирования, технологии и надёжности / С. М. Боровиков. – Минск : Дизайн ПРО, 1998. – 336 с.
2. Боровиков С. М. Статистическое прогнозирование для отбраковки потенциально ненадёжных изделий электронной техники : монография / С. М. Боровиков. – М. : Новое знание, 2013. – 343 с.
3. Прогнозирование надёжности изделий электронной техники / С. М. Боровиков, И. Н. Цырельчук, Е. Н. Шнейдеров, А. И. Бересневич; под ред. С. М. Боровикова; УО «БГУИР». – Минск : МГВРК, 2010. – 308 с.
4. Боровиков, С. М. Экспериментальное исследование деградации изделий электронной техники / С. М. Боровиков, Е. Н. Шнейдеров, В. И. Плебанович, А. И. Бересневич, И. А. Бурак // Доклады БГУИР. - 2017. - № 2 (104). - С. 45 - 52.
5. Acceleration Factors SSB-1.003 / EIA Government Electronics and Information Technology Association Engineering Department, Arlington, 1998. – 14p.
6. Reliability Audit Report 1999. Life Test Data. ON Semiconductor L.L.C., Formerly a Division of Motorola, 1999. – 36 p.
7. Bipolar Power Transistor. Data Book 1998 / TEMIC Semiconductors GmbH. – 1997. – №12. – P. 35–42.
8. Полупроводниковая электроника. 15. Контроль качества полупроводниковых компонентов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://portal.tri.ru/SHARED/g/GRETA_TV/academics/Tab3/INF15.pdf. – Дата доступа: 21.04.2022.
9. Боровиков, С. М. Расчёт показателей надёжности радиоэлектронных средств : учеб.-метод. пособие / С. М. Боровиков, И. Н. Цырельчук, Ф. Д. Троян ; под ред. С. М. Боровикова. – Минск : БГУИР, 2010. – 68 с.

UDC 621.382.33–048.24

ACCELERATED TESTS OF HIGH POWER BIPOLAR TRANSISTORS FOR LONG OPERATION

Kalita E.V., Kaziuchyts V.O.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Borovikov S.M. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The conditions for conducting accelerated forced tests of high-power bipolar transistors of the KT872A type are substantiated. Elevated temperature and reverse voltage applied to the collector of transistors are chosen as factors accelerating the tests. The test acceleration coefficient was calculated relative to the operating mode of transistors.

Keywords: semiconductor devices, gradual failures, simulation method, accelerated testing, Ayring model.

УДК 621.382 + 681.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ КРИСТАЛЛ-КОРПУС МОЩНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ ПО КОСВЕННЫМ ПРИЗНАКАМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УРАВНЕНИЯ РЕГРЕССИИ

Казючиц В.О.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Боровиков С.М. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. На примере полевых транзисторов большой мощности типа КП744А показана возможность оценки теплового сопротивления кристалл–корпус, используя косвенные электрические параметры, подставляемые в модель прогнозирования в виде уравнения регрессии.

Ключевые слова: полупроводниковые приборы, надёжность, индивидуальное прогнозирование, информативные параметры, тепловое сопротивление кристалл–корпус, уравнение регрессии

Введение. Индивидуальное прогнозирование надёжности изделий электронной техники по значениям их информативных параметров, полученным в начальный момент времени, позволяет для конкретного экземпляра указать класс, к которому он будет принадлежать для интересующей заданной наработки: K_1 – класс работоспособных, K_0 – класс неработоспособных экземпляров. Такое прогнозирование представляет определённый интерес для предприятий, выполняющих сборку электронной аппаратуры, так как позволяет из выборки однотипных приборов сделать отбор экземпляров, отвечающих требованию по надёжности (экземпляры класса K_1). Для отбора экземпляров класса K_1 необходимо иметь прогнозирующее правило, показывающее, как по значениям информативных параметров, измеренным в начальный момент времени, принимать решение о классе экземпляров [1–6]. Такое правило для изделий электронной техники интересующего типа получают один раз с помощью обучающего эксперимента (предварительных исследований определённой выборки изделий), а отбор экземпляров, отвечающих требованию надёжности (экземпляры класса K_1), производят из выборки, экземпляры которой не принимали участия в обучающем эксперименте.

Достоверность прогнозирования во многом зависит от удачности выбора информативных параметров для рассматриваемого типа изделий. Выбор информативных параметров является одним из важнейших этапов процедуры индивидуального прогнозирования класса надёжности изделий электронной техники [1, 2, 7].

Актуальность исследований. Известно [8], что для полупроводниковых приборов большой мощности достаточно информативным параметром является тепловое сопротивление кристалл–корпус. Ввиду инерционности тепловых процессов, протекающих в конструкции полупроводникового прибора, контроль этого параметра в условиях промышленных предприятий вызывает определённые проблемы прежде всего из-за длительности процедуры измерения. В то же время поиск для полупроводниковых приборов других параметров, обладающих достаточной информативностью, представляет непростую задачу [1, 2]. Актуальным является определение теплового сопротивления кристалл–корпус мощных полупроводниковых приборов с помощью контроля других, легко измеряемых электрических параметров, описывающих свойства приборов. Использование легко измеряемых электрических параметров будет способствовать уменьшению времени и трудозатрат при определении теплового сопротивления кристалл–корпус, используемого для полупроводниковых приборов большой мощности в качестве информативного параметра.

Методика проведения исследований. В качестве полупроводниковых приборов, на

примере которых разработан подход к оценке значения теплового сопротивления кристалл-корпус, рассматривались полевые транзисторы большой мощности типа КП744А. Для транзисторов этого типа была взята выборка объёмом 200 экземпляров и для неё проведён измерительный эксперимент.

Суть эксперимента заключалась в измерении у каждого экземпляра выборки десяти легко контролируемых электрических параметров (параметров, гипотетически рассматриваемых в качестве признаков), а затем в определении теплового сопротивления кристалл–корпус $R_{кр-корп}$ для каждого экземпляра с помощью специализированного измерительного оборудования.

В таблице 1 приводится пояснение некоторых параметров, которые в дальнейшем использовались в качестве признаков для прогнозирования значения теплового сопротивления кристалл – корпус $R_{кр-корп}$ полевых транзисторов типа КП744А.

Таблица 1 – Исследуемые электрические параметры транзисторов КП744А

Обозначение параметра	Пояснение	Размерность	*Режим измерения
$U_{обр-зи}$	Обратное напряжение перехода затвор-исток	В	$I_c = -0,1 \text{ A}$
$U_{зи, пор}$	Пороговое напряжение	В	$I_c = 250 \text{ мкА}$
$R_{си, отк}$	Сопротивление перехода сток-исток в открытом состоянии	Ом	$I_c = 5,5 \text{ A}$, $U_{зи} = 10 \text{ В}$
$C_{зс}$	Ёмкость перехода затвор-сток	пФ	$U_{зс} = 0$
$Q(C_{зс})$	Добротность ёмкости перехода затвор-сток	–	$U_{зс} = 0$
$C_{зи}$	Ёмкость перехода затвор-исток	пФ	$U_{зи} = 0$
$R_{кр-корп}$	Тепловое сопротивление кристалл-корпус транзистора	$^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$	–

*Пр и м е ч а н и я : I_c – ток стока, $U_{зи}$ – напряжение затвор-исток, $U_{зс}$ – напряжение затвор-сток

После завершения измерений вся выборка объёмом 200 экземпляров была случайным образом разделена на две выборки. Первая выборка объёмом 100 экземпляров рассматривалась в качестве обучающей выборки, а измерительный эксперимент для неё – в качестве обучающего эксперимента. Вторая выборка объёмом 100 экземпляров рассматривалась в качестве контрольной выборки. Обучающая выборка использовалась для получения модели прогнозирования теплового сопротивления $R_{кр-корп}$ транзисторов по значениям их электрических параметров, выбираемых в качестве признаков, а также для оценки возможных ошибок прогнозирования $R_{кр-корп}$ по полученной модели. Контрольная выборка использовалась для подтверждения качества полученной модели при определении (прогнозировании) значений $R_{кр-корп}$ транзисторов исследуемого типа.

Используя результаты измерения параметров транзисторов, с помощью инструмента анализа «Корреляция» приложения *Microsoft Excel* определялись коэффициенты парной линейной корреляции r между каждым параметром x_j ($j = 1, 2, \dots$), предполагаемым для использования в качестве признака, и тепловым сопротивлением $R_{кр-корп}$. После этого, рассматривая различные сочетания параметров, приведённых в табл. 1, выбиралось два параметра (признаки) x_1 и x_2 с заметной и/или умеренной корреляцией по шкале Чеддока ($|r| = 0,3 \dots 0,7$) с параметром $R_{кр-корп}$ и, используя результаты обучающего эксперимента, для прогнозирования теплового сопротивления $R_{кр-корп}$ получались модели в виде линейного уравнения регрессии

$$R_{кр-корп} = a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2, \quad (1)$$

где x_1 и x_2 – выбранные признаки;

a_1 и a_2 – рассчитанные по прикладной программе для ЭВМ коэффициенты уравнения регрессии в предположении, что коэффициент a_0 (свободный член уравнения регрессии) равен нулю.

Затем по уравнению вида (1) находились прогнозные значения $R_{кр-корп}$ для экземпляров обучающей выборки и определялась возможная ошибка прогнозирования значений $R_{кр-корп}$. Использовалась средняя относительная ошибка прогнозирования $\Delta_{ср}$ [1, 2] (ошибка предсказания значений $R_{кр-корп}$), определяемая по формуле

$$\Delta_{ср} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{(R_{кр-корп})_i^{прогн} - (R_{кр-корп})_i}{(R_{кр-корп})_i} \right| \cdot 100, \% \quad (2)$$

где n – объём обучающей выборки;

$(R_{кр-корп})_i^{прогн}$ – прогнозные значения параметра $R_{кр-корп}$ для i -го экземпляра обучающей выборки, полученное по уравнению вида (1);

$(R_{кр-корп})_i$ – экспериментальное (измеренное) значение параметра $R_{кр-корп}$ для i -го экземпляра обучающей выборки ($i = 1, 2, \dots, 100$).

Результаты и их обсуждение. Корреляционная матрица, полученная по результатам измерений рассматриваемых параметров транзисторов типа КП744А для экземпляров обучающей выборки, представлена в виде таблицы 2. В таблицу включено шесть параметров, которые наиболее коррелированы с тепловым сопротивлением кристалл-корпус $R_{кр-корп}$. Эти параметры в дальнейшем использовались в качестве признаков.

Таблица 2 – Корреляционная матрица параметров

Параметр	$U_{обр-зи}$	$U_{зи. пор}$	$R_{си. отк}$	$C_{зс}$	$Q(C_{зс})$	$C_{зи}$	$R_{кр-корп}$
$U_{обр-зи}$	1						
$U_{зи. пор}$	0,801	1					
$R_{си. отк}$	0,316	-0,043	1				
$C_{зс}$	-0,739	-0,787	-0,166	1			
$Q(C_{зс})$	0,692	0,830	-0,008	-0,888	1		
$C_{зи}$	-0,429	-0,581	0,089	0,590	-0,563	1	
$R_{кр-корп}$	0,568	0,684	-0,315	-0,468	0,553	0,431	1

Выбрав два признака ($U_{зи. пор}$ и $C_{зс}$), с помощью инструмента анализа «Регрессия» приложения *Microsoft Excel* для параметра $R_{кр-корп}$ получено линейное уравнение регрессии вида (1), для которого коэффициент детерминации $R^2 = 0,9996$:

$$R_{кр-корп} = 0,192 \cdot U_{зи. пор} + 0,00147 \cdot C_{зс}. \quad (3)$$

В таблице 3 в качестве иллюстрации приведён фрагмент данных об экспериментальных значениях $R_{кр-корп}$ для экземпляров обучающей выборки и значениях этого параметра, полученных по уравнению регрессии (3). Указаны рассчитанная средняя относительная ошибка прогнозирования $\Delta_{ср}$ и модуль максимальной относительной ошибки $|\Delta_i|_{max}$, зафиксированной для экземпляров обучающей выборки. Для каждого экземпляра выборки записана относительная ошибка прогнозирования Δ_i , определяемая модулем отношения, стоящего за знаком Σ в формуле (2).

Таблица 3 – Сравнение экспериментальных и прогнозируемых значений $R_{кр-корп}$ (фрагмент)

Номер экземпляра обучающей выборки	Значение $R_{кр-корп}$, °C/Вт		Относительная ошибка прогнозирования $|\Delta_i|$, %
	экспериментальное	по уравнению (3)	
1	1,66	1,684	1,46
2	1,60	1,663	3,95
3	1,70	1,684	0,92
4	1,66	1,685	1,51
5	1,70	1,688	0,72
...
Максимальная ошибка прогнозирования $|\Delta_i|_{max}$, %			5,85
Средняя ошибка прогнозирования $\Delta_{ср}$, %			1,71

Заключение. Использование двух электрических параметров, имеющих с тепловым сопротивлением кристалл–корпус заметную и/или умеренную корреляцию, позволяет по уравнению регрессии получать прогнозные оценки теплового сопротивления с относительной ошибкой, не превышающей 5...7 процентов. Модель прогнозирования получают заблаговременно один раз, используя обучающую выборку. Чтобы определить тепловое сопротивление кристалл–корпус для экземпляра, не являющегося представителем обучающей выборки, необходимо у этого экземпляра измерить значения электрических параметров, используемых в качестве признаков, и подставить результаты измерения в полученную модель прогнозирования.

Список литературы

1. Боровиков С. М. *Статистическое прогнозирование для отбраковки потенциально ненадёжных изделий электронной техники* : монография / С. М. Боровиков. – М. : Новое знание, 2013. – 343 с.
2. *Прогнозирование надёжности изделий электронной техники* / С. М. Боровиков, И. Н. Цырельчук, Е. Н. Шнейдеров, А. И. Бересневич; под ред. С. М. Боровикова; УО «БГУИР». – Минск : МГВРК, 2010. – 308 с.
3. Боровиков, С. М. *Индивидуальное прогнозирование надёжности транзисторов большой мощности для электронных устройств медицинского назначения* / С. М. Боровиков, В. О. Казюцки // Доклады БГУИР. – 2021. – Т. 19, № 1. – С. 88-95. <http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2021-19-1-88-95>.
4. *Метод прогнозирования надёжности изделий электронной техники* / С. М. Боровиков, А. В. Емельянов, А. А. Хмыль, А. И. Бересневич // Доклады НАН Беларуси. – 2006. – Т. 50, № 4. – С. 105–109.
5. *Прогнозирование надёжности изделий электронной техники методом пороговой логики* / С. М. Боровиков, А. И. Бересневич, А. А. Хмыль, А. В. Емельянов, И. Н. Цырельчук // Доклады БГУИР. – 2006. – № 2(14). – С. 49–56.
6. Казюцки, В. О. *Эвристическая модель прогнозирования работоспособности полупроводниковых приборов* / В. О. Казюцки, С. М. Боровиков, Е. Н. Шнейдеров // Доклады БГУИР. – 2022. – Т. 20, № 1. – С. 92-100. <http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2022-20-1-92-100>.
7. Казюцки, В. О. *Поиск информативных параметров как одна из задач процедуры индивидуального прогнозирования надёжности полупроводниковых приборов* / В. О. Казюцки, С. М. Боровиков, Е. Н. Шнейдеров // *Интернаука : научный журнал*. – 2021. – № 15(191), Ч. 2. – С. 11-16. DOI:10.32743/26870142.2021.15.191.265348.
8. *Неразрушающий контроль элементов и узлов радиоэлектронной аппаратуры* / Б. Е. Бердичевский, Л. Г. Дубицкии, Г. М. Сушенцев, А. П. Агеев; под ред. Б.Е. Бердичевского. – М. : Сов. радио, 1976. – 296 с.

UDC 621.382 + 681.2

DETERMINATION OF THE THERMAL RESISTANCE OF JUNCTION-CASE OF POWERFUL SEMICONDUCTOR DEVICES BY INDIRECT FEATURES USING REGRESSION EQUATION

Kaziuchyts V.O.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Borovikov S.M. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. On the example of high-power field-effect transistors of the KP744A type, the possibility of estimating of the thermal resistance of the crystal-case is shown using indirect electrical parameters substituted into the prediction model in the form of a regression equation.

Keywords. semiconductor devices, reliability, individual prediction, informative parameters, thermal resistance of the crystal-case, regression equation

УДК 044.855

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМА ПРОДАЖ ПРЕДПРИЯТИЯ ОПТОВО-РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Гаврилова В.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Тонкович И.Н. – канд.хим.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. В работе представлено программное решение, предназначенное для прогнозирования объема продаж предприятия оптово-розничной торговли на основе специализированной нейронной сети, способной отыскивать закономерности во входных данных.

Ключевые слова: прогнозирование, объем продаж, нейронная сеть, автоматизация, товарооборот, предприятие

Введение. Основная цель деятельности предприятий оптово-розничной торговли – получение максимальной прибыли, а товарооборот выступает как главное условие ее достижения. Проблема максимизации прибыли требует постоянного увеличения объема товарооборота как основного фактора роста доходов и прибыли [1]. Товарооборот – экономический показатель хозяйственной деятельности торгового предприятия, отражающий совокупную стоимость продаж в денежном выражении за определенный период времени. По размеру товарооборота можно судить о значимости предприятия на потребительском рынке. Прогнозирование объема продаж – важная составляющая системы планирования и управления торговым предприятием.

Основными предпосылками автоматизации прогнозирования объема продаж являются: высокая трудоемкость сбора, регистрации и обработки данных, сложность расчетов, многообразие форм входной и выходной информации [2]. Выделяют следующие группы методов прогнозирования объема продаж: методы экспертных оценок; методы анализа и прогнозирования временных рядов и казуальные или причинно-следственные методы. Достоинства и недостатки характерны для каждой группы методов. В данной работе будет рассмотрено прогнозирование на основе нейронной сети.

Основная часть. В рамках исследования спроектировано и разработано программное решение, предназначенное для прогнозирования объема продаж предприятия оптово-розничной торговли. Суть предложенного подхода к прогнозированию состоит в использовании специализированной нейронной сети, способной отыскивать закономерности во входных данных. Далее программным путем эти закономерности применяются для прогнозирования или «предсказания будущих значений» объема продаж. Разработанное решение поддерживает такие функции как авторизацию, обучение и прогнозирование с нейронной сетью, формирование регламентированной и специализированной отчетности.

Пользователь может авторизоваться под ролями: простой пользователь и администратор. Авторизовавшись, простой пользователь задает глубину прогнозирования и запускает процесс обучения модели прогнозирования. После окончания прогнозирования моделью выводятся результаты прогнозирования в виде отчета с графическим отображением величин объемов продаж товаров. Если пользователь авторизуется как администратор, то ему предоставляются те же возможности, что и простому пользователю, а также доступ к работе с объектами базы данных на административной странице.

Процессы запуска нейронной сети на обучение и на прогнозирование не делимы: они следуют один за другим. Пользователь не может прекратить прогнозирование сразу после выполнения процедуры обучения модели.

Графический отчет результата прогнозирования представляет собой графики с исходными и с прогнозными данными (рисунок 1).



Рисунок 1 – Страница отчета по прогнозированию объема продаж

Совместное расположение на графике исходных и спрогнозированных данных позволит пользователю увидеть соответствие полученных и исходных данных.

На основе прогноза определяются будущие объемы продаж, а также выделяется продукция, которая приносит предприятию большую часть прибыли.

Программное средство разработано с использованием мультипарадигменного языка программирования *Ruby*. Для реализации серверного компонента программного приложения использованы фреймворк *Ruby On Rails 7.0.2*, язык программирования *Python* и фреймворк *Keras 2.8.0* для работы с нейронными сетями. В качестве клиентского компонента – веб-браузер.

Заключение. Разработанное программное обеспечение в значительной степени сократит время анализа и принятия решений при изменяющихся внешних условиях, а также поможет сформировать необходимую регламентированную и специализированную отчетность. Реализованный быстрый доступ к данным в режиме реального времени позволит выявлять новые возможности и оперативно на них реагировать. Программное решение ориентирована на широкий круг предприятий оптово-розничной торговли.

Список литературы

1. Гаврилова, В.В. Автоматизация розничного и оптового товарооборота предприятия // В.В. Гаврилова // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXVI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов; Рязань: ИП Коняхин А.В. (BookJet), 2021 – С. 30-31.
2. Автоматизация складского учета в оптовой торговле [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ekam.ru/blogs/pos/avtomatizatsiya-skladskogo-ucheta-v-optovoy-torgovle>.

UDC 044.855

FORECASTING THE SALES VOLUME OF A WHOLESALE AND RETAIL TRADE ENTERPRISE ON THE BASIS OF A NEURAL NETWORK

Gavrilova V.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Tonkovich I.N. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The paper presents a software solution designed to predict the volume of sales of a wholesale and retail enterprise based on a specialized neural network capable of finding patterns in the input data.

Keywords. forecasting, sales volume, neural network, automation, turnover, enterprise.

УДК 330.46

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ИНФОРМАЦИОННО-КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ

Лавникович Д.С., Корнилова А.М.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Тимофеев А.М. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ЗИ.

Аннотация. В данной статье рассматривается тема важности защиты информации от утечки её техническим каналам, описаны виды таких каналов, а также способы обезопасить свои данные физическими путями и криптографическими методами. Были сформированы основные замечания для каждого из методов.

Ключевые слова: технические каналы, криптографические методы, информация.

Введение. Двадцать первый век – это однозначно время для прорывов в информационном мире. Когда, если не сейчас, у людей есть абсолютно все возможности, чтобы совершать информационные открытия, создавать новые технологии. Но пропорционально перспективам, открывшимся людям, на них легла ответственность за обеспечение безопасности любой информации, хранящейся на устройствах и носителях.

Основная часть. Одна из самых главных проблем безопасности – утечка информации по техническим каналам, которые подразумевают под собой совокупность источника информации, линии связи (физической среды), по которой распространяется сигнал; шумов, препятствующих передаче, а также средств, которые перехватывают информацию. Источником сигнала может являться как голосовой аппарат человека, так и технические устройства. Сигнал, собственно являющийся материальным носителем информации, бывает разных видов: электрическим, электромагнитным, акустическим и др.

Все существующие технические каналы можно разделить на 4 группы: каналы, обрабатываемые техническими средствами, приема, обработки, хранения и передачи информации (ТСПИ); каналы утечки речевой информации, каналы утечки информации при ее передаче по каналам связи, канала утечки видовой информации. В свою очередь каждый из каналов подразделяется на несколько типов. Выделим основные характеристики каждого из каналов.

Каналы утечки информации, которые обрабатываются техническими средствами:

– электромагнитные каналы – каналы, возникающие за счет различных видов побочных электромагнитных излучений: излучений элементов ТСПИ, излучений на частотах работы высокочастотных генераторов;

– электрические каналы – каналы, образующиеся из-за наводок электромагнитных излучений ТСПИ на соединительные линии вспомогательных технических средств и систем (ВТСС) и посторонние проводники, выходящие за пределы контролируемой зоны; из-за просачивания информационных сигналов в линии электропитания и цепи заземления ТСПИ; использования закладных устройств;

– параметрические каналы. Перехват информации возможен путем "высокочастотного облучения" ТСПИ. При взаимодействии облучающего электромагнитного поля с элементами ТСПИ происходит переизлучение электромагнитного поля.

– вибрационные. У некоторых ТСПИ есть в составе печатающее устройство, для которого можно найти соответствие между распечатываемым символом и его акустическим образом.

Каналы утечки речевой информации:

Голосовой аппарат человека является первичным источником акустических колебаний. Различного рода преобразователи акустических и вибрационных колебаний являются

вторичными источниками.

– акустические каналы. В акустических каналах утечки информации средой распространения сигналов является воздух, и для перехвата используют высокочувствительные микрофоны и специальные направленные микрофоны;

– виброакустические каналы. Средой распространения сигналов являются ограждающие строительные конструкции помещений. Для перехвата в этом случае используются вибродатчики;

– акустоэлектрические каналы возникают за счет преобразований акустических сигналов в электрические;

– лазерные каналы образуются при облучении лазерным лучом вибрирующих под воздействием акустического речевого сигнала отражающих поверхностей помещений;

– параметрические каналы. В результате воздействия акустического поля меняется давление на все элементы высокочастотных генераторов ТСПИ и ВТСС.

Каналы утечки информации при ее передаче по каналам связи:

– электромагнитные каналы. Такие излучения могут перехватываться портативными средствами радиоразведки;

– электрические каналы подразумевают контактное подключение аппаратуры перехвата к кабельным линиям связи.

– индукционные каналы. Используется эффект возникновения вокруг кабеля связи электромагнитного поля при прохождении по нему информационных электрических сигналов, которые перехватываются датчиками.

Технические каналы утечки видовой информации.

Видовая информация - информация, получаемая средствами перехвата в виде изображений объекта или документов.

– наблюдение за объектом;

– съемка объектов;

– съемка документов.

Инженерная защита информации подразумевает осуществлений мероприятий по защите информации от несанкционированного вмешательства, а также предугадывание вредоносных воздействий. К принципам проектирования защиты мы можем отнести:

– непрерывность защиты информации;

– иерархичность всех проблем по мере их степени важности;

– интеграция различных систем защиты информации;

По функциональному назначению вспомогательные средства бывают: инженерные средства, аппаратные, программные, криптографические [1].

Рассмотрим подробнее способы защиты информации для каждого из каналов.

Для защиты речевой информации используются пассивные и активные методы и средства.

Пассивные методы защиты речевой информации направлены на:

– ослабление акустических (речевых) сигналов на границе контролируемой зоны;

– ослабление информационных электрических сигналов в соединительных линиях ВТСС;

– исключение (ослабление) прохождения сигналов высокочастотного навязывания во вспомогательные технические средства;

– обнаружение несанкционированных подключений к телефонным линиям связи.

Активные методы защиты акустической информации направлены на:

– создание маскирующих электромагнитных помех в соединительных линиях ВТСС;

– электромагнитное подавление диктофонов в режиме записи;

– ультразвуковое подавление диктофонов в режиме записи;

– создание маскирующих электромагнитных помех в линиях электропитания ВТСС, обладающих микрофонным эффектом, в целях уменьшения отношения сигнал/шум до

величин, обеспечивающих невозможность выделения информационного сигнала средством разведки;

В основе активных методов защиты акустической информации лежит использование различного типа генераторов помех, а также применение других специальных технических средств [2].

Видовую информацию можно защищать, располагая объекты защиты так, чтобы исключить отражение света в стороны возможного расположения злоумышленника (пространственные ограждения); уменьшая отражательные свойства объекта защиты; используя средства преграждения или значительного ослабления отраженного света: ширмы, экраны, и другие преграждающие среды, преграды; осуществлять маскировку объектов защиты.

Методы защиты информации в канале связи можно разделить на две группы:

–ограничивающие физический доступ к линии и аппаратуре связи:

–преобразующие сигналы в линии к форме, исключающей для злоумышленника восприятие или искажение содержания передачи.

Методы защиты каналов, обрабатываемых техническими средствами, также включают Пассивные методы защиты информации, включающие применение разделительных трансформаторов и помехоподавляющих фильтров; экранирование; заземление всех устройств, как необходимое условие эффективной защиты информации;

Активные методы защиты информации направлены на создание маскирующих пространственных электромагнитных помех; создание маскирующих электромагнитных помех в посторонних проводниках, соединительных линиях, цепях электропитания и заземления. К активным методам защиты относятся пространственное и линейное зашумление [3].

Криптографические методы защиты информации основаны на использовании криптографических систем, или шифров. Можно выделить два криптографических метода защиты информации: шифрование и цифровая подпись. Под шифром понимают совокупность обратимых преобразований множества открытых данных на множество зашифрованных данных, задаваемых ключом и алгоритм криптографического преобразования. Основной характеристикой шифра является криптостойкость.

Шифрование перестановкой заключается в том, что символы шифруемого текста переставляются по определенному правилу в пределах некоторого блока этого текста. В качестве ключа в шифрующих таблицах используется: размер таблицы, слово или фраза, задающие перестановку, особенности структуры таблицы.

Шифрование заменой (подстановкой) подразумевает то, что символы шифруемого текста заменяются символами того же или другого алфавита в соответствии с заранее обусловленной схемой замены. В шифре простой замены каждый символ исходного текста заменяется символами того же алфавита одинаково на всем протяжении текста.

Шифрование гаммирования означает, что символы шифруемого текста складываются с символами некоторой случайной последовательности, именуемой гаммой шифра.

Гамма шифра – это псевдослучайная последовательность, выработанная по заданному алгоритму для зашифрования открытых данных и расшифрования зашифрованных данных.

Шифрование аналитическим преобразованием заключается в том, что шифруемый текст преобразуется по некоторому аналитическому правилу (формуле). Процессы шифрования и расшифрования осуществляются в рамках некоторой криптосистемы [4].

При обработке документов в электронной форме совершенно непригодны традиционные способы установления подлинности по рукописной подписи и оттиску печати на бумажном документе. Принципиально новым решением является электронная цифровая подпись.

Электронная цифровая подпись используется для аутентификации текстов, передаваемых по телекоммуникационным каналам. Принципиальным моментом в системе ЭЦП является невозможность подделки ЭЦП пользователя без знания его секретного ключа подписывания.

Каждая подпись содержит следующую информацию: дату подписи, срок окончания действия ключа данной подписи, информацию о лице, подписавшем файл, идентификатор подписавшего, собственную цифровую подпись [5].

Заключение. Исходя из всей информации, можно сделать выводы о том, что на сегодняшний момент существует, как и обильное количество новых технологий для передачи информации, так и несанкционированных способов добраться до неё. Соответственно, для того чтобы обезопасить себя и свои данные, следует изучить как можно больше потенциальных угроз, самой главной из которых является утечка информации по техническим каналам, и способов обойти эти угрозы: как физические, так и криптографические.

Список литературы:

1. Романец, Ю.В. Защита информации в компьютерных системах и сетях / Ю.В. Романец, П.А. Тимофеев, В.Ф. Шаньгин; под ред. В.Ф. Шаньгина. – 2-е изд. – М.: Радио и связь, 2001. – 376 с;
2. Бузов, Г.А. Защита информации ограниченного доступа от утечки по техническим каналам / Г.А. Бузов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2020. – 586 с.
3. Торокин, А.А. Инженерно-техническая защита информации / А.А. Торокин. – М.: Гелиос АРВ, 2005. – 960 с.
4. Технические средства и методы защиты информации: Учебник для вузов/ Зайцев А.П., Шелупанов А.А., Мещеряков Р.В. и др.;
5. Ворона В.А., Костенко В.О. Способы и средства получения акустической речевой информации. -М.: Вестник ВНИИИМАШ – Техническое регулирование и стандарты-зация, № 1 (14), с. 130-151. 2013.

UDC 330.46

INFORMATION SECURITY OF INFORMATION AND COMPUTER SYSTEMS

Lavnikovich D.S., Kornilova A.M.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Timofeev A.M. - PhD, assistant professor, associate professor of the department of IS.

Annotation. This article discusses the topic of the importance of protecting information from leakage to its technical channels, describes the types of such channels, as well as ways to secure your data by physical means and cryptographic methods. The main remarks for each of the methods were formed.

Keywords. technical channels, cryptographic methods, information.

УДК 004.855

КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Верхов К.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Тонкович И.Н. – канд.хим.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Рассмотрена классификация методов обнаружения объектов на изображении. Описаны особенности различных методов обнаружения объектов на изображении. Предложены варианты использования методов обнаружения объектов на изображении с использованием машинного обучения.

Ключевые слова: машинное обучение, обнаружение объектов, компьютерное зрение, обработка изображения

Введение. Машинное обучение – область информационных технологий, которая позволяет обучить искусственный интеллект решать задачи, путем применения решений множества сходных задач. Это помогает увеличить точность результатов работы искусственного интеллекта, так как при обучении происходит выявление общих закономерностей, что позволяет уменьшить количество ошибок [1].

Обнаружение объектов – это компьютерная технология, которая относится к компьютерному зрению и цифровой обработке изображений. Ее задача – обнаружение на цифровом изображении или видео объектов определенного вида (живые существа, машины, здания). Для каждого вида объектов существует набор специфических особенностей, с помощью которых можно классифицировать и обнаружить объект [2].

Использование машинного обучения в совокупности с методами обнаружения объектов на изображении позволяет создать алгоритмы, которые используются в различных сферах повседневной жизни: распознавание лиц, отслеживание объекта на видео, система мониторинга трафика на дороге. Темпы появления разнообразных интеллектуальных систем в различных сферах жизни и производства подтверждают, что обнаружение объектов – это актуальная область компьютерного зрения.

Основная часть. Основной задачей машинного обучения является систематизация и структуризация разнообразных задач и приведение их к конкретным и однообразным шаблонам. Для этого существует два подхода:

- обучение с учителем;
- обучение без учителя.

При обучении с учителем присутствует обучающая выборка, в которой для каждого входа известен результат, который должен быть на выходе. Во время обучения, система учится находить зависимости между данными на входе и на выходе, что в последующем помогает получать правильный ответ для новых данных, которых не было в обучающей выборке. Но вместе с этим появляется проблема переобучения.

При обучении без учителя нет обучающей выборки с известными закономерностями, поэтому система сама выявляет взаимосвязи и зависимости на основе описания множества данных, которые используются для обучения.

Методы обнаружения объектов на изображении при выполнении своей задачи используют следующие признаки [3]:

- цвета изображения;
- гистограмма направленных градиентов;
- границы изображения;

– оптический поток.

Цвет является важным признаком, так как один и тот же объект при разном освещении будет разных цветов. Даже если изображение черно-белое, освещение будет влиять на интенсивность черных и белых оттенков изображения.

Гистограмма направленных градиентов – это дескриптор признаков, основанный на подсчете количества направлений градиента в конкретных частях изображения. Для улучшения точности использует нормализацию перекрывающегося локального контраста.

Границы изображения в процессе обнаружения объекта могут изменяться, особенно, если источником изображения является видеокамера.

Оптический поток – это отображение движения освещения на изображении. С его помощью на двумерном изображении можно проанализировать движение объекта в трехмерном пространстве.

Методы обнаружения объектов на изображении с использованием машинного обучения классифицируются следующим образом [3]:

- обнаружение объекта на основе шаблона;
- обнаружение объекта на основе деталей;
- обнаружение объекта с помощью разделения изображения на области;
- обнаружение объекта на основе контура;
- обнаружение объекта на основе его внешнего вида;
- обнаружение объекта с помощью отделения заднего фона.

Метод обнаружения объекта на основе шаблона. Данный метод заключается в сопоставлении небольших частей изображения с шаблоном. Шаблон двигается по каждому пикселю исходного изображения. При этом происходит процесс вычисления значения на основе коэффициентов пикселей, которые попали в область шаблона. Далее, это значения присваивается текущему пикселю и шаблон двигается дальше. Другими словами, метод выполняет пространственную фильтрацию, в которой фильтром является шаблон с искомым объектом. В итоге, на изображении появляются области с высокими значениями. Чем больше значение, тем выше вероятность, что в этой области находится искомый объект.

Метод обнаружения объекта на основе деталей. В данном методе искомый объект представлен в виде набора специфических деталей. Для каждой детали определены относительные местоположения друг к другу. Обнаружение объекта происходит с помощью определения присутствия необходимых деталей и соответствующего расположения их относительно друг друга. Этот метод может использоваться для решения задачи распознавания определенных объектов на изображении.

Метод обнаружения объекта с помощью разделения изображения на области. В данном методе исходное изображение преобразуется в ориентированный граф. Правила и условия, по которым это преобразование будет происходить, определяются алгоритмом, который будет использовать этот метод. Вершины и веса ребер графа вычисляются на основе исходного изображения. Таким образом, элементы графа представляют собой информацию о находящихся на изображении объектах, а также об областях, в которых эти объекты находятся. Далее, путем обхода полученного графа, определяются области, в которых может находиться искомый объект. В основном, этот метод используется для решения задач классификации объекта на изображении и поиска похожих изображений.

Метод обнаружения объекта на основе контура. В этом методе для каждого класса объекта создается изображение-прототип с набором признаков контура этого объекта. Процесс обнаружения объекта состоит из двух этапов. На первом этапе определяются местоположения объектов на изображении и уточняются их контуры и расположение относительно сторон изображения. На втором этапе найденные контуры сравниваются с контуром на изображении-прототипе, с помощью чего определяются объекты, которые соответствуют классу искомого объекта.

Метод обнаружения объекта на основе его внешнего вида. В данном методе, обнаружению объекта на изображении способствует трехмерное распознавание объекта. Оно

распознает и определяет различные трехмерные особенности объекта: объем, форму, расположение относительно других объектов. Двумерное представление объекта состоит из локальных признаков и глобальных признаков. Локальные признаки представляют собой особенности искомого объекта в конкретной точке изображения, либо в небольшой области. К локальным признакам можно отнести определенное значение цвета пикселя, цветовой градиент в области изображения или специфичные значения соседних пикселей. Глобальные признаки представляют собой особенности искомого объекта относительно других объектов на изображении и всего изображения в целом. Для выделения этих признаков к изображению может применяться изменения контрастности.

Метод обнаружения объекта с помощью отделения заднего фона. В этом методе объекты отделяются от заднего фона изображения. Для выделения заднего фона используются различные техники: разность кадров, медианный фильтр, фильтр линейного предсказания. Актуальность заднего фона поддерживается с помощью медианного фильтра, либо фильтра Калмана. После выделения заднего фона, метод использует его для определения объектов на изображении. Так как задний фон статичен и его пиксели не изменяются, метод обрабатывает только изменяющиеся пиксели, на которых находятся объекты. Это помогает снизить объем задействованной памяти и сложность вычисления. Метод в основном применяется в системах слежения.

Заключение. Рассмотренные методы обнаружения объектов на изображении отлично подходят для решения задач обнаружения и классификации объектов на изображении. Использование машинного обучения позволяет ускорить обучение алгоритмов, использующих эти методы. Варианты возможного применения рассмотренных методов обнаружения объектов: системы слежения; распознавание документов; автономные транспортные средства; поиск изображений по описанию; контроль производства.

Также, есть проблемы, с которыми сталкиваются методы обнаружения объектов на изображении: поворот изображения, зеркально отражение изображения, перекрытие объекта, изменение размеров изображения.

Список литературы

1. Верхов, К.А. Обнаружение объектов на изображении с использованием машинного обучения / К.А. Верхов // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXV Юбилейной Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов; Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2020 – С. 226-227.
2. Верхов, К.А. Методы обнаружения объектов на изображении / К.А. Верхов // Электронные системы и технологии: сборник материалов 57-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радио-электроники», Минск, 19–23 апреля 2021 г. / редкол.: Д.В. Лихачевский [и др.]. – Минск: БГУИР, 2021. – С. 538-540.
3. Study of Object Detection Methods and Applications on Digital Images / M.Sunil, S.Gagandeep // International Journal of Scientific Development and Research (IJS DR). – 2019. – Vol. 4, N 5. – Pp. 491–497.

UDC 004.855

CLASSIFICATION OF METHODS FOR DETECTING OBJECTS IN IMAGES USING MACHINE LEARNING

Verkhov K.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Tonkovich I.N. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The classification of methods for detecting objects in an image is considered. The features of various methods for detecting objects in an image are described. Options for using methods for detecting objects in an image using machine learning are proposed.

Keywords. machine learning, objects detection, computer vision, image processing.

ПРОБЛЕМАТИКА АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ

Кохович А.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Тонкович И.Н. – канд.хим.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. В статье представлены результаты исследования по HR-автоматизации. Обоснована необходимость автоматизации HR-процессов. Выявлены основные задачи, на решение которых должна быть направлена HR-автоматизация. Отдельное внимание уделено проблематике автоматизации управления персоналом. Значимость полученных результатов состоит в возможности повышения эффективности деятельности предприятия по HR-автоматизации.

Ключевые слова: управление персоналом, HR-процессы, автоматизация HR-процессов, проблематика HR-автоматизации

Введение. Управление персоналом становится стратегическим направлением для бизнеса предприятий. По результатам исследования агентства *Bersin&Associates*, компании с формализованной стратегией в области *HR*, генерируют на 26% больше прибыли по сравнению с их конкурентами [1].

От того, насколько успешна выстроена система управления персоналом, зависит эффективность работы предприятия в целом. Грамотное и корректное управление человеческими ресурсами способствует росту производительности труда работников и повышению эффективности работы организации в целом [2]. Для того чтобы процесс управления сотрудниками стал прозрачным на всех уровнях и можно было получать достоверную информацию по всем кадровым ресурсам, прогнозировать потребность в персонале руководству необходим регулярный мониторинг и анализ *KPI*, отражающих эффективность деятельности. Решение данной задачи невозможно без автоматизации *HR*-процессов, под которой сегодня будем понимать комплексное решение, направленное как на улучшение работы персонала организации, так и на деятельность по анализу, разработке и внедрению новых компонентов в существующее программное обеспечение по управлению персоналом.

По прогнозам агентства *Gartner*, к 2025 году в среднем 60 % компаний в мире будут инвестировать в автоматизацию *HR*-процессов. Основной задачей при этом является создание как комфортных условий для проведения автоматизации, так и оптимизация эффективности различных бизнес-процессов – от контроля за деятельностью персонала до вознаграждения за труд, так как все эти аспекты влияют на результативность функционирования предприятия.

В связи с этим представляется целесообразным рассмотреть основные проблемы автоматизации *HR*-процессов, что позволит эффективнее проводить работу по автоматизации управления персоналом.

Основная часть. По результатам исследования рекрутингового агентства *Antal Russia*, в котором приняли участие 235 российских и иностранных компаний различных сегментов бизнеса, были определены основные задачи, на решение которых должна быть направлена *HR*-автоматизация (рисунок 1) [3]. Это позволит прогнозировать потребность в персонале, привлекать и удерживать высококвалифицированных специалистов, успешно адаптировать новых сотрудников, оценивать и обучать персонал, планировать расходы персонала, формировать систему мотивации.

Автоматизация управления персоналом необходима в условиях:

- большой текучести персонала;

- удаленности офисов компании, в силу чего возникают проблемы в коммуникации и документообороте;
- наличия вакансий, которые невозможно закрыть в течение длительного времени;
- наличия множества процессов ручного труда, которые необходимо автоматизировать;
- отсутствия налаженной последовательности выполнения сложных задач.



Рисунок 1 – Цели и задачи автоматизации

Весь процесс внедрения системы автоматизации управления персоналом на предприятии можно представить двумя стадиями.

Стадия 1. Анализ текущей внешней и внутренней ситуации, выявление потребностей *HR*-службы. Проводимые мероприятия характеризуются направленностью на эффективное развитие предприятия.

Стадия 2. Выявление путей оптимизации кадровой работы в соответствии со стратегией развития предприятия.

Анализ опыта отечественных предприятий показывает, что основными проблемами успешной автоматизации управления персоналом являются:

1 Отсутствие взаимосвязанных действий *HR*-специалистов. На всех этапах автоматизации отсутствует слаженная коммуникация между работниками. В большинстве случаев кадровая политика не является управленческим приоритетом, не определены приоритетные задачи, не выстроены процессы управления персоналом, что приводит к проблемам и, как следствие, к длительной автоматизации.

2 Неправильное обозначение целей и задач, которые должна решать автоматизация. Не в полной мере изучаются предложения работников по автоматизации, налицо проблемная обратная связь между руководством и персоналом.

3 Замена подрядчика, который настраивает автоматизацию управления персоналом, в середине работ. При подборе нового подрядчика тратится много времени, как на поиск, так и на понимание всего того, что необходимо автоматизировать. Отсутствие коммуникаций с заказчиком может привести к неполной автоматизации.

4 Самостоятельная автоматизация. Общая картина такова, что нет полного представления об объеме задач, которые должна решить автоматизация, отсутствует практика интеграции разнородных модулей, нет четкого представления об особенностях их взаимодействия в рамках всей системы управления персоналом, не определена общая стоимость проекта внедрения и последующего сопровождения. Среди причин низкого уровня автоматизации следует выделить отсутствие необходимых ИТ-специалистов.

5 Отсутствие знаний и информации о представленных на *IT*-рынке системах автоматизации *HR*-процессов. Нет полного понимания, насколько программное обеспечение для *HR* соответствует целям и задачам компании. Руководитель ориентирован, в первую

очередь, на использование бесплатного программного обеспечения, не принимаются во внимание задачи, связанные с кастомизацией новых программных продуктов, с адаптацией под меняющиеся HR-процессы.

6 Желание сэкономить. Многие руководители сомневаются в целесообразности вложений инвестиций в автоматизацию из-за значительных расходов на приобретение программного обеспечения и обучение сотрудников.

7 Отказ от технической поддержки и сопровождения программного обеспечения. Часто считают, что процесс автоматизации заканчивается внедрением нового программного продукта. Нет понимания того, что программное обеспечение должно своевременно и адекватно реагировать на потребности пользователей, быть адаптивным к изменению бизнес-процессов. Если критически важные корпоративные приложения выйдут из-под контроля, то выполнение транзакционных операций станет невозможно. В этом случае предприятие будет нести значительные убытки.

Резюмируя вышеприведенное, можно с уверенностью констатировать необходимость совершенствования механизмов кадрового менеджмента. Длительное время на отечественных предприятиях кадровая политика выполняла только поддерживающую функцию. В современных условиях этого недостаточно. Для того чтобы бизнес стал конкурентоспособным, операционные HR-процессы должны трансформироваться в полноценную кадровую стратегию, интегрироваться в бизнес.

Заключение. Автоматизация управления персоналом становится стратегическим направлением для бизнеса. Основной задачей при этом является создание как комфортных условий для проведения автоматизации, так и оптимизация эффективности различных HR-процессов. Среди причин, сдерживающих развитие автоматизации HR-процессов, выделены: невысокая степень их выстроенности, непроработанная кадровая политика, трудности коммуникации, отсутствие знаний и информации о представленных на IT-рынке системах автоматизации HR-процессов, сложности внедрения программного обеспечения и длительный период перехода.

Список литературы

1. Кохович, А.В. Автоматизация процессов управления персоналом организации / А.В. Кохович // *Электронные системы и технологии: сборник материалов 57-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»*, Минск, 19–23 апреля 2021 г. / редкол.: Д.В. Лихачевский [и др.]. – Минск: БГУИР, 2021. – С. 612-614.

2. Кохович, А.В. Развитие рынка HRM-систем / А.В. Кохович // *Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXVI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет, 2021. С. 31-33.*

3. Автоматизация управления персоналом: нужна ли компании HRM-система? [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.yva.ai/ru/blog/avtomatizaciya-upravleniya-personalom>.

UDC 621.3.049.77

PROBLEMS OF HR MANAGEMENT AUTOMATION

Kohovich A.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Tonkovich I.N. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The article presents the results of a study on HR automation. The necessity of automating HR processes is substantiated. The main tasks that HR automation should be aimed at are identified. Special attention is paid to the problems of automation of personnel management. The significance of the results obtained lies in the possibility of improving the efficiency of the enterprise in HR automation

Keywords: personnel management, HR processes, automation of HR processes, issues of HR automation

УДК 004.93

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОСРДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ВЕРИФИКАЦИИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДОКУМЕНТОВ

Скурко И.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Тонкович И.Н. – канд.хим.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Рассмотрен алгоритм выделения машиносчитываемых зон на фотографии персонального документа. Для оптического распознавания символов внутри машиносчитываемых зон предложена графовая глубокая нейронная сеть, показывающая наивысший показатель по гармоническому среднему.

Ключевые слова: оптическое распознавание символов, компьютерное зрение, нейронные сети

Введение. С расширением сферы применения электронной коммерции многие организации в той или иной мере сталкиваются с необходимостью автоматизации ручной обработки документов, представленных в электронном формате, для последующего ввода и проверки содержащейся в них информации. Автоматизация данного процесса требует использования технологий в области машинного обучения и компьютерного зрения. Так, эксперты крупнейшего независимого маркетингового и исследовательского агентства *MarketResearch.biz* прогнозируют рост мирового рынка оптического распознавания символов на 14,99% в течение десяти следующих лет.

Персональные документы, представленные в электронном формате, поступают в виде фотографий или сканов. Автоматизированная проверка содержимого документов, чтение данных и последующая верификация осуществляется на основе алгоритмов оптического распознавания символов (*OCR*). В данной работе предлагается использовать алгоритм выделения машиносчитываемых зон на фотографии документа с применением графовой глубокой нейронной сети для оптического распознавания символов.

Основная часть. Задача верификации персональных документов решается путем нахождения на фотографии удостоверения личности машиносчитываемых зон (*MRZ*) и последующего распознавания текста или кода внутри них. Страницы паспорта гражданина Республики Беларусь соответствуют единому международному стандарту транслитерации *ICAO Doc 9303* [1].

Это позволяет находить местонахождение сведений о личности владельца вычислительным путем. Для обнаружения машиносчитываемых зон на фотографии страницы паспорта используются базовые методы обработки изображений: методы уменьшения шума, методы выделения контрастных областей и морфологические преобразования. Данные методы обработки изображений могут быть реализованы с использованием мультипарадигменного языка программирования *Python* с применением библиотеки компьютерного зрения *OpenCV*. Алгоритм преобразования состоит в последовательности выполнения следующих шагов:

- 1 Применение размытия по Гауссу для устранения высокочастотного шума.
- 2 Использование морфологического оператора *black hat* для выделения контрастных зон.
- 3 Вычисление градиента яркости с помощью оператора Собеля.
- 4 Выполнение операции закрытия для заполнения промежутков между зонами отдельных символов по методу Оцу.
- 5 Вычисление координат прямоугольников (*bounding boxes*), заключенных вокруг машиносчитываемых зон, через определение контуров на двухуровневом изображении.

Полученные координаты определяют местонахождение личных паспортных данных.

Далее эти данные читаются с помощью одного из алгоритмов оптического распознавания символов.

Наибольшую производительность в оптическом распознавании символов на практике показывают глубокие нейронные сети [2]. Сравнение нейронных сетей по метрикам точности распознавания приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение нейронных сетей для распознавания тестов

Нейронная сеть	Полнота (recall)	Точность (precision)	Гармоническое среднее (h-mean)
DBNet	0.731	0.871	0.795
DRRG	0.822	0.858	0.840
TextSnake	0.795	0.840	0.817
MaskRCNN	0.753	0.712	0.732
PANet	0.734	0.856	0.791

Каждая нейронная сеть была обучена на одних и тех же данных, полученных из базы данных изображений *ImageNet*. Для оптического распознавания символов внутри заранее определенных машиносчитываемых зон наиболее высоко результатной нейронной сетью является графовая глубокая нейронная сеть (*DRRG*), показывающая наивысший показатель по гармоническому среднему.

Нейронные сети уступают вероятностным моделям распознавания символов в скорости работы и в объеме требуемых ресурсов. Скрытая марковская модель (*НММ*) основана на составлении набора состояний, которые соединены между собой набором вероятностей переходов [3]. Данная модель возвращает значения вероятностей возникновения символов текста. Наиболее популярными методами по обучению модели являются метод максимального правдоподобия и алгоритм Баума-Велша, который, в свою очередь, использует алгоритм прямого-обратного хода. Скрытая марковская модель способна распознавать текст внутри машиносчитываемых зон с точностью до 80% [4].

Заключение. Применение рассмотренного алгоритма обнаружения машиносчитываемых зон на фотографии персонального документа с применением графовой глубокой нейронной сети для оптического распознавания символов обеспечит полную автоматизацию процесса верификации персональных документов.

Список литературы

1. Закон Республики Беларусь от 28 декабря 2009 года № 113-3 «Об электронном документе и электронной цифровой подписи» в редакции от 08.11.2018.
2. Davies, E.R. *Computer Vision: Principles, Algorithms, Applications, Learning* / E.R. Davies. – London ; University of London : Academic Press, 2018. – 62 p.
3. Bonaccorso, G. *Mastering Machine Learning Algorithms* / Bonaccorso G. – Birmingham : Packt Publishing, 2018. – 127 p.
4. Hiral Modi, M. C. Parikh. *A Review on Optical Character Recognition Techniques* – London : International Journal of Computer Applications, 2017. – 47 p.

UDC 004.93

USING OCR ALGORITHMS FOR SOLVING THE PROBLEM OF PERSONAL DOCUMENTS VERIFICATION

Skurko I.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Tonkovich I.N. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. An algorithm for selecting machine readable zones in a photograph of a personal document is considered. For optical character recognition within machine readable zones, a graph deep neural network is proposed, showing the highest indicator in terms of harmonic mean.

Keywords. optical character recognition, computer vision, neural networks

УДК 519.675: 004.9–027.45

НОМОГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАЧАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ОШИБОК В ПЛАНИРУЕМОЙ К РАЗРАБОТКЕ ПРИКЛАДНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЕ

*Нгуен Ван Бач**Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь**Научный руководитель: Боровиков С.М. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС*

Аннотация. Приводится номограмма с тремя бинарными полями, предназначенная для оперативного определения ожидаемой начальной плотности ошибок в прикладной компьютерной программе, планируемой к разработке. Номограмма построена с учётом базовой плотности ошибок (учитывающей область применения программы), метрик среды разработки и характеристик компьютерной программы.

Ключевые слова: модель надёжности компьютерной программы, начальная плотность ошибок, номограмма, бинарные поля.

Введение. Прикладные компьютерные программы, используемые для современных информационных систем, содержат сотни тысяч–миллионы строк программного кода и поэтому после написания программы на языке программирования и устранения синтаксических ошибок в коде программы всегда имеются скрытые смысловые и/или арифметические ошибки, которые не могут быть выявлены компилятором (транслятором, интерпретатором). В зависимости от степени изменчивости исходных данных на входе программы, нагрузки на программу со стороны эксплуатационной среды, а также трассы, по которой пойдёт анализ, скрытые ошибки могут иногда себя проявлять. Наличие этих скрытых ошибок и определяет уровень надёжности программы. Перед началом тестирования компьютерная программа характеризуется начальным уровнем надёжности. На начальный уровень надёжности, как видно из модели надёжности компьютерной программы [1], оказывает влияние начальная плотность ошибок в компьютерной программе F_0 . Показатель F_0 определяется по модели

$$F_0 = A \cdot D \cdot S = A \cdot \prod_{i=1}^2 K_i \cdot \prod_{j=1}^4 K_j, \quad (1)$$

где A – средняя или базовая плотность ошибок для компьютерных программ, используемых в данной отрасли, области применения;

D – метрика, учитывающая особенность организации, разрабатывающей компьютерную программу, характеристику группы программистов и их квалификацию;

S – метрика, учитывающая характеристики планируемой к разработке компьютерной программы;

K_i, K_j – поправочные коэффициенты, соответственно определяющие метрики D и S ; описание коэффициентов приводится в таблице 1.

В данной статье приводится построенная автором номограмма, позволяющая быстро получить результирующую характеристику F_0 , определяемую моделью (1).

Основная часть. Для построения номограммы использованы методы, описанные в [2]. Номограмма (рисунок 1) содержит три бинарные поля, каждое из которых принимает два поправочных коэффициента модели (1). Для параметра A и результирующей характеристики F_0 использованы нелинейные шкалы. Наличие в номограмме трёх бинарных полей вызвало необходимость иметь дополнительно вспомогательную шкалу X (линия без делений).

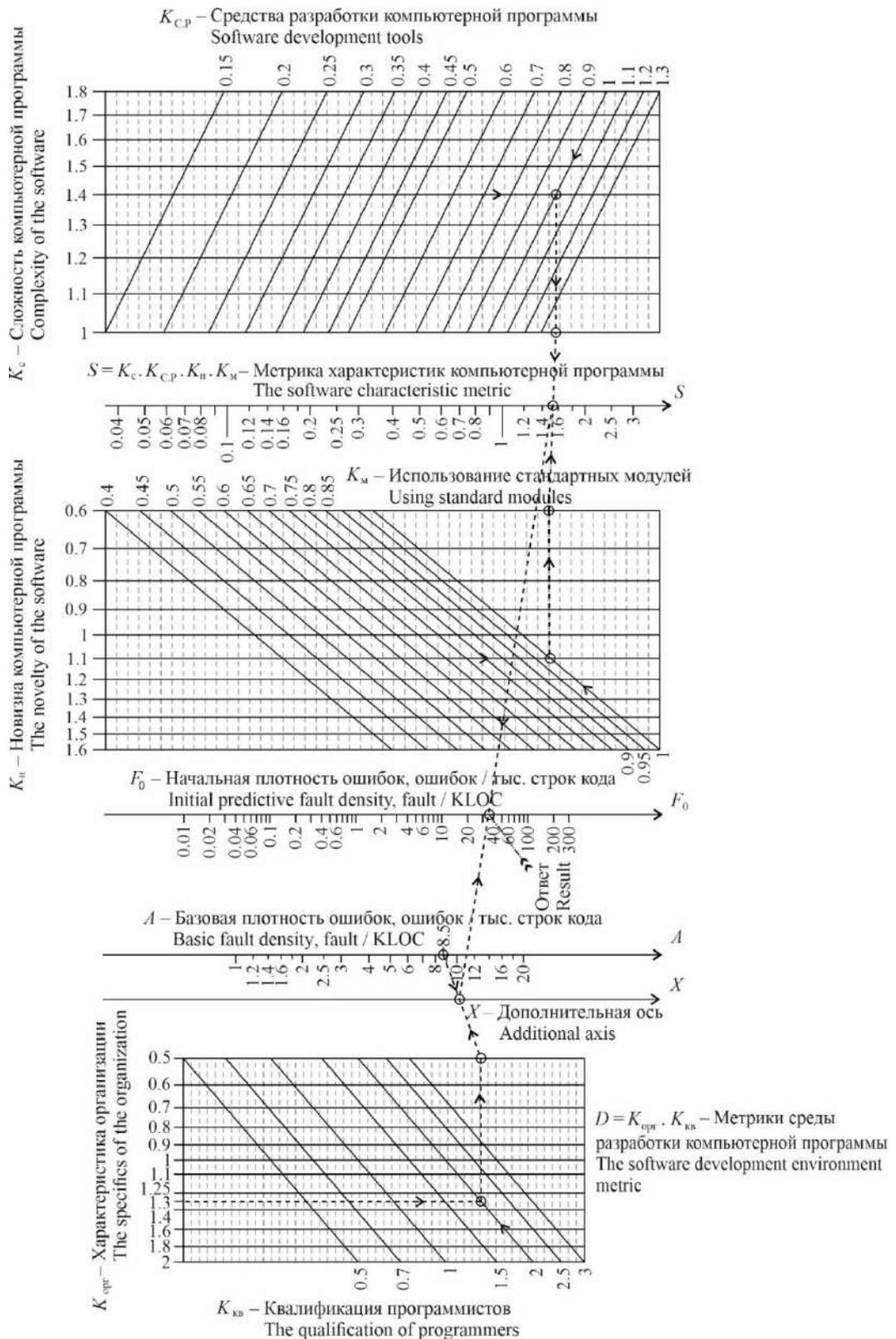


Рисунок 1 – Номограмма для определения начальной плотности ошибок в планируемой к разработке компьютерной программы

Пояснения параметров и графических элементов номограммы приводятся в таблице 1. На номограмме показан пример применения при следующих значениях параметра A и коэффициентов вида K_i, K_j : $A = 8,5$ ошибки / тысяча строк кода; $K_c = 1,4$; $K_{CP} = 1$; $K_H = 1,1$; $K_M = 1$; $K_{орг} = 1,3$; $K_{кв} = 2$. По номограмме получаем $F_0 \approx 33...34$ ошибки / тысяча строк кода.

Таблица 1 – Пояснение параметров номограммы

Параметр	Пояснение	Диапазон значений	Источник получения
K_c	Коэффициент, учитывающий степень сложности компьютерной программы	1 ... 1,47	[3]
$K_{C.P}$	Коэффициент, характеризующий используемые средства разработки компьютерной программы	0,19 ... 1,3	[1, 3]
K_H	Коэффициент, характеризующий степень новизны компьютерной программы	0,63 ... 1,58	[1, 3]
K_M	Коэффициент, учитывающий степень использования стандартных модулей в компьютерной программе	0,55 ... 1	[1, 3]
S	Метрика характеристики компьютерной программы, определяемая как $S = K_c \cdot K_{C.P} \cdot K_H \cdot K_M$	–	Номограмма
F_0	Начальная плотность ошибок в программе, определяемая как $F_0 = A \cdot K_{орг} \cdot K_{кв} \cdot S$; $K_{орг} \cdot K_{кв} = D$	–	Номограмма
A	Базовая плотность ошибок	1,8 ... 12,8	[1, 4]
$K_{орг}$	Коэффициент, характеризующий особенность организации, разрабатывающей компьютерную программу	0,7 ... 2	[1, 4]
$K_{кв}$	Коэффициент, учитывающий квалификацию программистов	0,7 ... 2	[1]
X	Дополнительная (вспомогательная) ось	–	–

Заключение. Построенная номограмма позволяет оперативно проследить влияние коэффициентов, входящих в метрику среды разработки D и метрику характеристик компьютерной программы S , на начальную плотность ошибок F_0 планируемой к разработке программы. Показатель F_0 является важнейшим параметром, используемым для оценки ожидаемой надёжности компьютерной программы, планируемой к разработке.

Список литературы

1. Borovikov S. M., Kaziuchyts V. O., Khoroshko V. V., Dick S. S., Klinov K. I. Assessment of expected reliability of applied software for computer-based information systems. *Informatics*, 2021, vol. 18, no. 1, pp. 84–95. <https://doi.org/10.37661/1816-0301-2021-18-1-84-95>.
2. Хованский, Г. С. Основы номографии / Г. С. Хованский. – М. : Наука, 1976. – 352 с.
3. Постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь 27 июня 2007 г. № 91 «Об утверждении укрупнённых норм затрат труда на разработку программного обеспечения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://zakonrb.com/npa/ob-utverzhdenii-ukрупnennyh-norm-zatrat-truda> (дата обращения: 22.03.2022).
4. Software Reliability, Measurement, and Testing Guidebook for Software Reliability Measurement and Testing [Electronic resource] / J. A. McCall [et al.]. – 1992. – Mode of access: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a256164.pdf>. – Date of access: 20.03.2022.

UDC 519.675: 004.9–027.45

NOMOGRAM FOR DETERMINING THE INITIAL ERROR DENSITY IN THE PLANNED FOR DEVELOPMENT OF THE COMPUTER PROGRAM

Nguyen Van Bach

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Borovikov S.M. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. A nomogram with three binary fields is presented, which is intended for the rapid determination of the expected initial error density in the application computer program planned for development. The nomogram is built taking into account the base density of errors (taking into account the industry of application of the program), the metrics of the development environment and the characteristics of the computer program.

Keywords: model of computer program reliability, initial error density, nomogram, binary fields.

ВЫРАЩИВАНИЕ МОНОКРИСТАЛЛОВ $\text{Cu}_2\text{ZnGeS}_4$

Яцук В.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Боднарь И.В. – д-р хим. наук, профессор, профессор кафедры ПИКС

Аннотация. Методом химических газотранспортных реакций выращены монокристаллы соединения $\text{Cu}_2\text{ZnGeS}_4$. Определен их состав и кристаллическая структура. Показано, что выращенные монокристаллы кристаллизуются в тетрагональной структуре.

Ключевые слова: метод Бриджмена, монокристаллы, кристаллическая структура

Введение. Вопрос создания новых эффективных полупроводниковых материалов, на основе которых могут быть созданы полупроводниковые приборы с новыми функциональными возможностями, приобретает все большую актуальность. К таким материалам относятся четверные соединения с общей формулой $\text{Cu}_2\text{A}^{\text{II}}\text{B}^{\text{IV}}\text{X}_4^{\text{VI}}$, где $\text{A} = \text{Zn, Cd}$; $\text{B}^{\text{IV}} = \text{Si, Ge, Sn}$ и $\text{X}^{\text{VI}} = \text{S, Se, Te}$, которые образуют большой класс структурно родственных соединений. Указанные материалы, обладают прямыми межзонными переходами, большим коэффициентом оптического поглощения ($> 10^4 \text{ см}^{-1}$) и шириной запрещенной от 1.0 до 2.5 эВ. Это делает указанные материалы кандидатами для создания на их основе солнечных элементов с высоким КПД [1-4].

К таким материалам относится и соединение $\text{Cu}_2\text{ZnGeS}_4$. В литературе имеются ограниченные сведения о выращивании монокристаллов этого соединения.

В настоящей работе представлены данные о выращивании монокристаллов $\text{Cu}_2\text{ZnGeS}_4$, определение их состава и кристаллической структуры.

Основная часть. Монокристаллы $\text{Cu}_2\text{ZnGeS}_4$ выращивали методом химических газотранспортных реакций с использованием йода в качестве переносчика. Для выращивания указанных монокристаллов использовали поликристаллические слитки, полученные направленной кристаллизацией расплава в вертикальной однозонной печи. Исходными материалами служили медь, цинк, германий и сера чистотой $> 99.999\%$. Элементарные компоненты, взятые в соотношениях $\text{Cu}_2\text{ZnGeS}_4 = 2:1:1:4$ в количестве $\sim 15\text{-}20$ г, загружали в двойные кварцевые ампулы с оттянутым в виде конуса дном. Перед загрузкой компонентов ампулы проходили химико-термическую обработку.

После вакуумирования ампулы до остаточного давления $\sim 10^{-3}$ Па ее помещали во вторую кварцевую ампулу большего диаметра, которую также вакуумировали. К наружной ампуле снизу приваривали кварцевый стержень, служивший держателем, который присоединяли к вибратору. В процессе нагревания ампулы в печи применяли вибрационное перемешивание, которое в значительной мере ускоряет образование соединения и препятствует нарушению целостности ампул.

В начальный период температуру в печи повышали со скоростью ~ 50 К/ч до ~ 720 К. При указанной температуре проводилась изотермическая выдержка в течение $\sim 2\text{-}3$ ч с включением вибрации. Это необходимо для того, чтобы такое легколетучее вещество как сера при этой температуре, когда давление пара его не превышает 1 атм, успело частично или полностью прореагировать с медью, цинком и германием. Затем с такой же скоростью температуру повышали до ~ 1400 К (без выключения вибрационного перемешивания) и снова выдерживали 2 ч. После этого вибрацию отключали и проводили направленную кристаллизацию расплава, понижая температуру печи со скоростью ~ 2 К/ч до ~ 1080 К и при этой температуре проводили отжиг полученных слитков в течение 300 ч.

Полученные поликристаллические слитки измельчали в порошок и использовали для выращивания монокристаллов. Процессы переноса и рост монокристаллов проводили в

кварцевых ампулах внутренним диаметром ~ 20 мм и длиной ~ 180 мм. Первоначально ампула состояла из двух секций. В одну из них загружали соединение $\text{Cu}_2\text{ZnGeS}_4$ в виде порошка в количестве 3-5 г, в другую – капилляр с йодом, предварительно откачанный и запаянный. Концентрация переносчика составляла ~ 5 мг/см³. Ампулу вакуумировали, а затем с помощью «магнитного» молотка вскрывали капилляр с йодом, который перегоняли в секцию, где находился порошок соединения. Подготовленную ампулу размещали в горизонтальной двухзонной печи. Нагрев вели таким образом, что температура зоны реакции, где находился порошок соединения, была на ~ 100 К ниже, чем зоны кристаллизации. Это необходимо для протекания реакции между кристаллами и йодом с образованием йодидов металлов и для очистки зоны кристаллизации от возможных неконтролируемых центров кристаллизации. Через определенное время температуру в зонах выравняли и устанавливали 970 К, а затем повышали температуру в зоне реакции до создания градиента температур между зонами ~ 80 К.

Выращенные в таких условиях пластинчатые монокристаллы представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Монокристаллы соединения $\text{Cu}_2\text{ZnGeS}_4$

Состав выращенных кристаллов определяли с помощью микрозондового рентгеноспектрального анализа на установке «*Cameca-MBX 100*» Относительная погрешность определения компонентов составляла $\pm 5\%$.

Структуру и параметры элементарной ячейки кристаллов устанавливали рентгеновским методом. Угловые положения линий дифракционного спектра записывали на рентгеновском аппарате ДРОН-3М в $\text{CuK}\alpha$ – излучении с графитовым монохроматором.

Заключение. Данные микрозондовых рентгеноспектральных измерений показали, что содержание элементов в выращенных монокристаллах составляет $\text{Cu}:\text{Zn}:\text{Ge}:\text{S} = 25.66:12.14:12.95:49.25$, что удовлетворительно согласуется с заданным составом в исходной шихте $\text{Cu}:\text{Zn}:\text{Ge}:\text{S} = 25.00:12.50:12.50:50.00$.

Дифрактограмма, углы отражения (2θ), межплоскостные расстояния (d), относительные интенсивности рефлексов (I/I_0), индексы Миллера (hkl) для монокристаллов $\text{Cu}_2\text{ZnGeS}_4$ представлены в таблице 1 и на рисунке 2.

Таблица 1 – Результаты рентгеновского анализа кристаллов $\text{Cu}_2\text{ZnGeS}_4$

2θ , град	d , Å	2θ , град	d , Å	hkl	I/I_0
эксперимент		расчет			
29.09	3.07	29.14	3.06	112	100
33.53	2.6703	33.57	2.6671	200	10
34.07	2.6293	34.02	2.6329	004	12
48.25	1.8844	48.26	1.8842	220	7
48.57	1.8727	48.59	1.8721	204	18
57.24	1.6080	57.26	1.6076	312	14
57.99	1.5890	58.00	1.5888	116	3.6
60.31	1.5333	60.34	1.5327	224	6
77.98	1.2242	77.98	1.2242	332	3.5
78.69	1.2149	78.68	1.2151	413	4.1
90.24	1.0870	90.25	1.0869	424	60

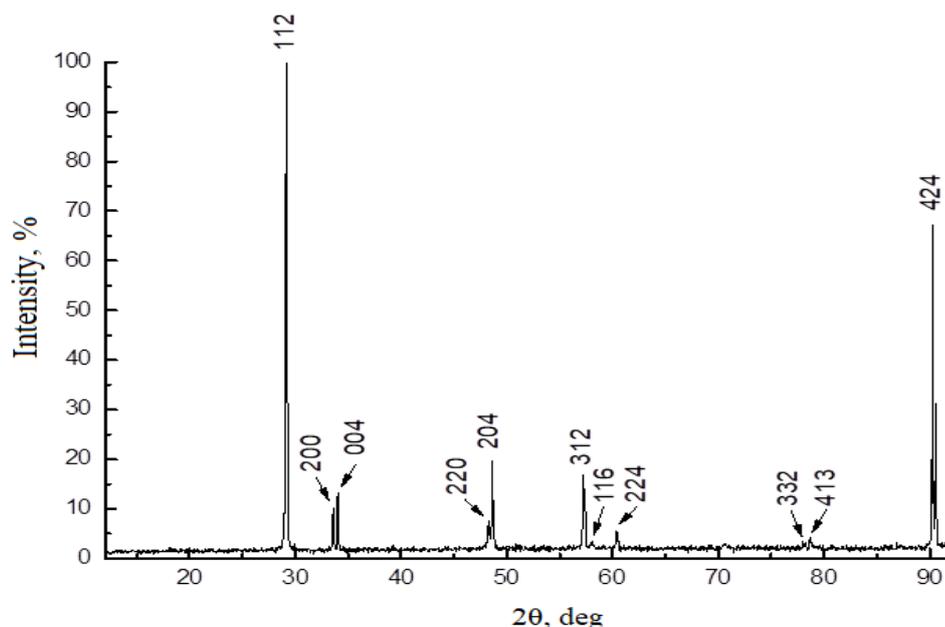


Рисунок 2 – Дифрактограмма кристаллов Cu_2ZnGeS_4

Результаты рентгеновских исследований показали, что на всех записанных дифрактограммах присутствуют максимумы отражения, характерные для тетрагональной структуры (кэстерит). По измеренным значениям углов дифракции были рассчитаны межплоскостные расстояния для различных плоскостей отражения, по которым методом наименьших квадратов определяли параметры элементарной ячейки. Для исследуемого соединения Cu_2ZnGeS_4 они равны: $a = 5.342 \pm 0.005 \text{ \AA}$, $c = 10,51 \pm 0.01 \text{ \AA}$.

Список литературы

1. Device Characteristics of CZTSSe Thin-Film Solar Cells with 12.6% Efficiency / W. Wang, M.T. Winkler, O. Gunawan, T. Gokmen, T.K. Todorov, Yu Zhu D.B. Mitzi. // *Adv. Energy Mater.* – 2014, Vol.4. – DOI:10.1002/aenm.201301465.
2. Beyond 11% Efficiency: Characteristics of State-of-the-Art $Cu_2ZnSn(S,Se)_4$ Solar Cells / T.K. Todorov, J. Tang, S. Bag, O. Gunawan, T. Gokmen, Yu. Zhu, D.B. Mitzi // *Adv. Energy Mater.* – 2013. – Vol. 3, N 34. – DOI:10.1002/aenm.201200348.
3. Indications of short minority-carrier lifetime in kesterite solar cells / I. Repins, C. Beall, N. Vora, C. De. Hart, D. Kuciauskas, P. Dippo, B. To, J. Mann, W. C. Hsu, A. Goodrich, R. Noufi. // *Sol. Energy Mater. Solar. Cells.* – 2012. – Vol. 101, N 154. – DOI: 10.1063/1.4819849.
4. Phase-selective synthesis of bornite nanoparticles / G.M. Ford, Q. Guo, R. Agrawal, H.W. Hillhouse. // *Chem. Mater.* – 2011. – Vol. 21. – P. 19286-19292.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

GROWTH OF Cu_2ZnGeS_4 SINGLE CRYSTALS

V.A. Yashchuk

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

I.V. Bodnar – Dr.Sc., professor, professor of the department of ICSD

Annotation. Cu_2ZnGeS_4 single crystals were grown by chemical vapor transport reaction method. Their composition and crystal structure were determined. It was shown that the obtained single crystals crystallize in a tetragonal structure.

Keywords: Bridgman method, single crystals, crystal structure

УДК 621.3.049.77–048.24:537.2

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МНОГОУРОВНЕВЫХ СЕТЕВЫХ РАЗВЯЗОК

Андросов В.В.

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина,
г. Рязань, Россия

Научный руководитель: Бакулева М.А. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры САПР ВС, РГРТУ

Аннотация. В статье представлена математическая модель и алгоритм поиска оптимальной реализации транспортной сети при соблюдении целевого критерия минимизации пересечений. Модель основана на теории получения плоского графа и доказательства планарности. Предложен алгоритм выявления запрещенных фигур и многокритериальный выбор исключаемых соединений.

Ключевые слова: транспортная сеть, планарный граф, плоский граф.

Введение. Сетевая дорожная инфраструктура, ее поддержка и развитие традиционно являются одними из самых дорогостоящих, как в технологическом, так и проектном аспекте. Современные пакеты автоматизации проектирования не решают задачи анализа возможностей исключения из дорожных сетей многоуровневых развязок, однако каждый новый уровень дорог значительно увеличивает стоимость реализации и время введения в эксплуатацию дорожного полотна. Разработанная программа позволяет проанализировать все возможные варианты «плоскостной» реализации сети и выявить те элементы, которые препятствуют получению планарного графа, из исходной модели. Программа может быть применена в других предметных областях, а также возможна интеграция с пакетами прикладных программ САПР.

В данной статье приводится базовая математическая модель и алгоритм получения оптимальной (с точки зрения минимизации пересечений) структуры дорожной развязки.

Основная часть. С формальной точки зрения, алгоритм заключается в проверке планарности графа, отображающего схему дорожных развязок. Рассмотрим задачу подробнее. Планарным графом называется граф, изоморфный плоскому и расположенный на плоскости с пересечением рёбер. Плоским же называется граф, расположенный на плоскости, если его рёбра могут иметь общие точки только в инцидентных им вершинах, т.е. не пересекаться.

По теореме Понтрягина – Куратовского, граф планарен тогда и только тогда, когда он не содержит подграфов гомеоморфных полному графу K_5 и полному двудольному графу $K_{3,3}$. Разработанный алгоритм выполняет задачу проверки данной теоремы.

В программу передается матрица смежности исходного графа, после чего выдаётся результат, планарный он или нет. Алгоритм описывается следующими образом:

Шаг 1. Формируется и проверяется матрица смежности.

Шаг 2. Поиск подграфов, гомеоморфных графу K_5 и полному двудольному графу $K_{3,3}$. Для выполнения этого шага анализируется матрица смежности исходного графа и матрицы смежности запрещенных фигур. Рассматриваются и выводятся все субматрицы, которые соответствуют подграфам, отвечающим принципу гомеоморфности. Проверка того, возможно ли стягивание двух вершин происходит в отдельной процедуре, которая поочередно просматривает все возможные стягивания для каждой вершины (рисунок 1).

Шаг 3. Составление таблицы минимального покрытия для выявления максимального пересечения исходно матрицы и матриц запрещенных фигур.

Шаг 4. Выбор минимального количества рёбер, которые покрывают все выделенные подграфы.

Шаг 5. Вывод результатов в виде рекомендаций по исключению соответствующих пересечений в предложенной матрице дорожной развязки или переноса на другой уровень дорожного полотна.

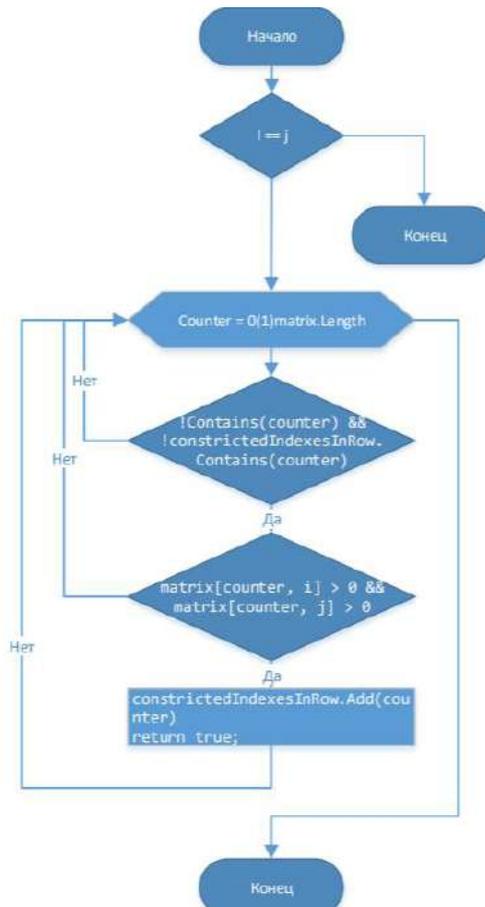


Рисунок 1 – Алгоритм проверки возможности ли стягивание двух вершин для выявления гомеоморфности запрещенным фигурам

Для проверки работоспособности программного обеспечения, разработанного на основе изложенного выше алгоритма, проведены тесты. В первом случае анализировался планарный граф (рисунок 2).

```

-1  0  0  23  0  0  9
0  -1  69  33  0  47  70
0  69  -1  70  0  67  41
23  33  70  -1  0  0  73
0  0  0  0  -1  90  0
0  47  67  0  90  -1  61
9  70  41  73  0  61  -1

Планарный
Для продолжения нажмите любую клавишу . . .
    
```

Рисунок 2 – Проверки выполнения условий планарности

Второй вариант тестового графа даст отрицательный результат проверки планарности и применит алгоритм получения планарного графа из непланарного (рисунок 3).

```

Не планарный
indexes x1,x2 x1,x3 x1,x4 x1,x5 x1,x6 x1,x7 x2,x3 x2,x4 x2,x5 x2,x6
012345 0 1 1 0 1 0 1 0 1 1
удаляем x1, x3
    
```

Рисунок 3 – Выявление ребра для получения планарного графа

Проведённое тестирование позволяет судить о работоспособности представленной программной системы.

Заключение. Сетевая дорожная инфраструктура, ее поддержка и развитие традиционно являются одними из самых дорогостоящих, как в технологическом, так и проектном аспекте. Современные пакеты автоматизации проектирования не решают задачи анализа возможностей исключения из дорожных сетей многоуровневых развязок, однако каждый новый уровень дорог значительно увеличивает стоимость реализации и время введения в эксплуатацию дорожного полотна. Разработанная программа позволяет проанализировать все возможные варианты «плоскостной» реализации сети и выявить те элементы, которые препятствуют получению планарного графа, из исходной модели. Программа может быть применена в других предметных областях, а также возможна интеграция с пакетами прикладных программ САПР.

Список литературы

1. Michael Hausenblas, "Applying the Big Data Lambda Architecture", November 12, 2013. Retrieved February 10, 2018, from <http://www.drdoobs.com/database/applying-the-big-data-lambda-architecture/240162604>.
2. Томас Х. Кормен, Чарльз И. Лейзерсон, Рональд Л. Ривест, Клиффорд Штайн. Алгоритмы: построение и анализ. — 2-е изд. — М.: Вильямс», 2006. — С. 1296.
3. В.А. Пышный. Моделирование загрузки транспортной сети // Известия ТулГУ. Технические науки. 2012. Вып. 2. С. 457-473.
4. Гасников А.В., Кленов С.Л., Нурминский Е.А. и др. Введение в математическое моделирование транспортных потоков: учеб. пособие. М.: МФТИ, 2010. — 362 с.
5. В. И. Швецов. Математическое моделирование транспортных потоков, Авто- мат. и телемех., 2003, выпуск 11, 3–46
6. Aleksandr Bakulev, Marina Bakuleva, Sergei Skvortsov, Maksim Kozlov, Tatiana Pyurova, Vladimir Hrukin. Modern approaches to the development parallel programs for modern multicore processors.. Proceedings of 6th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), Bar, Montenegro, 2017, pp.38-4
7. Bakulev A.V. Models and algorithms for organizing mobile parallel computing environment for multi-core processors. Dissertation for the degree of candidate of technical sciences. Ryazan RSREU, 2010. 177 p.
8. Bakulev A.V. Synthesis algorithm for parallel implementation of a sequence of programs for computing systems based on multi-core processors // Bulletin of the Ryazan State Radio Engineering University. 2009. № 30. Pp. 43-49.
9. Bakulev A.V., Bakuleva M.A., Avilkina S.B. Mathematical methods and algorithms of mobile parallel computing on the base of multi-core processors // European researcher. 2012. V. 33. № 11-1. P. 1826-1834.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

MATHEMATICAL MODEL AND ALGORITHM FOR AUTOMATING THE DESIGN OF MULTILEVEL NETWORK INTERCHANGES

Androsov A.V.

Ryazan State Radio Engineering University, Ryazan, Russia

Bakuleva M.A. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of CAD

Annotation. The article presents a mathematical model and an algorithm for finding the optimal implementation of the transport network while meeting the target criterion for minimizing intersections. The model is based on the theory of obtaining a planar graph and proof of planarity. An algorithm for identifying forbidden figures and a multi-criteria choice of excluded compounds are proposed.

Keywords: transport network, planar graph, planar graph.

УПРАВЛЕНИЕ ТАЛАНТАМИ В СИСТЕМЕ HR

Ананенко В.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Тонкович И.Н. – канд.хим.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. В работе актуализируется концепция управления талантами, что позволяет наиболее полно использовать человеческий капитал сотрудников для достижения бизнес-целей компании. Рассмотрен процесс управления талантами, выделены его отличительные особенности на современном этапе.

Ключевые слова: управление талантами, талант, система HR

Введение. Движение экономики к шестому технологическому укладу, значительное уменьшение скорости темпов ее роста вынуждают организации искать новые способы успешного развития своего бизнеса, принимать решения в условиях неопределённости, постоянно рассматривать новые бизнес-модели и строить планы. Для успешного функционирования организациям критически важно полностью использовать весь имеющийся ресурсный потенциал и планировать его развитие на многие годы вперед. Другими словами, управлять талантами.

Термин «управление талантами» появился в 2004 году в книге Дэвида Уоткинса. Доклад агентства *McKinsey* «Война за таланты» стал одной из основных причин для руководства организаций внести изменения в политику взаимодействия с персоналом. В современных условиях для организаций, желающих добиться в своей сфере высоких показателей, поиск и управление талантами стали иметь первостепенное значение. Персонал, как и любой другой ресурс, должен приносить прибыль. По данным исследований, сегодня только 5 % организаций имеют четкую стратегию управления талантами.

Представляется целесообразным рассмотреть концепцию управления талантами, определить ее отличительные признаки на современном этапе.

Основная часть. Термин «управление талантами» (*Talent Management*) для различных организаций может иметь разное значение. Одни организации под управлением талантами понимают процесс прогнозирования, какие человеческие ресурсы будут необходимы организации, для других – это создание условий для их привлечения, развития и укрепления положения компании на рынке за счет устойчивого коллектива, для третьих – это постоянный процесс реагирования на изменения под влиянием внешних факторов.

По данным глобального HR-исследования КПИМГ, 66% респондентов отметили, что в современных условиях необходимо ориентироваться на потребности в развитии талантов всех сотрудников в соответствии со стратегией и задачами бизнеса, 34% – выступают за сохранение высокопроизводительных работников [1]. Управление талантами должно являться частью стратегии бизнес-компании на всех ее уровнях: от операционного до стратегического. Сегодня термин «управление талантами» ассоциируют с управлением на основе компетенций, включающих знания, навыки, опыт, личностные качества – с созданием архитектуры компетенций. Таким образом, управление талантами – это область HR-менеджмента, направленная на привлечение квалифицированных работников, на удержание персонала, на повышение его уровня компетенций в важных для бизнеса направлениях.

Отличительной особенностью формирования системы управления талантами является изменение установки по отношению к персоналу – направленность на таланты. Ориентированность на таланты означает убежденность в том, что наиболее высокопроизводительные сотрудники создадут для компании конкурентные преимущества [2].

Стратегия управления талантами предусматривает внедрение таких программ, как поиск и подбор талантов, рекрутинг и привлечение, развитие, продвижение и удержание специалистов. Составляющие системы управления талантами: привлечение, управление, развитие и удержание.

Построение системы управления талантами следует начинать с поиска специалистов с высоким потенциалом, с релевантными ценностями и взглядами на взаимодействие и развитие. Важное значение имеет не только привлечение новых квалифицированных специалистов, но и сохранение талантливых сотрудников, работающих в компании. Для каждого специалиста необходимо сформировать оптимальную и персональную траекторию развития. Для этого должна быть выстроена грамотная стратегия организации и составлены бизнес-цели.

Основополагающим элементом системы управления талантами является развитие персонала. Для достижения значимых результатов необходимо развивать его потенциал в нужном направлении через программы обучения и повышения квалификации. Такая политика управления талантами способствует удержанию специалистов, росту их мотивации.

Более того, забота о талантливых кадрах создает образ, который показывает, что компания готова вкладывать средства в человеческий капитал.

В системе управления талантами выделяют три уровня управления: кадровый резерв (планирование замен), планирование преемственности и управление талантами. Характеристика данных уровней управления представлена в таблице 1. Каждый уровень управления имеет свои отличительные признаки в части поставленных задач, объекта воздействия, оценки и достигаемого результата, карьеры, отношения сотрудников.

Таблица 1 – Уровни управления кадровыми ресурсами

Признаки сравнения	Уровни управления		
	Планирование замен	Планирование преемственности	Управление талантами
Задача	Управление рисками	Стратегия развития кадров	Всеобщая преемственность
Объект воздействия	Основные сотрудники	HiPo	Вся организация
Оценка	Потенциал и деятельность	Прогресс	Все качества
Результат	План замены основных сотрудников	Развитие и карьерный план	Полностью функционирующие системы управления талантами
Карьера	Линейная	Межфункциональная ротация	Гибкая
Периодичность	Ежегодный пересмотр	Ежегодный перемостр с планированием развития	Постоянно
Участники	Руководители	Менеджеры	HR-отдел, руководство
Отношение сотрудников	Согласие	Подтверждение	Участие

Управление потенциалом кадровых ресурсов компании осуществляется по двум основным направлениям: «война за таланты» и «война за креатив» (рисунок 1). Выделяют следующие наиболее успешные методы, которыми должны руководствоваться компании в условиях концепции «война за таланты»:

- «золотой стандарт» для талантов;
- глобальный взгляд на поиск и удержание талантов;
- HR-менеджмент талантов;
- оценка результативности KPI персонала;
- управление талантами с учетом особенностей бизнес-стратегии компании;
- индивидуальная траектория развития для каждого сотрудника;
- кафетерий льгот и магазин бенефитов.



Рисунок 1 – Направления управления потенциалом кадровых ресурсов

Практика показывает, что сегодня *HR*-специалисты уделяют значительно больше внимания решению проблемы дефицита квалифицированных кадров по сравнению с предыдущими годами (таблица 2).

Таблица 2 – Способы (старые и новые) управления персоналом

Параметры сравнения	Старый способ	Новый способ
Ответственность за управление персоналом	HR-отдел	Все
Актуальные способы мотивации	Зарплата	Кафетерий льгот и магазин бенефитов
Природа найма персонала	Покупка	Привлечение
Направление развития	Обучающие курсы	Непрерывное формирование компетенций
Характер отношений	Одинаковые	Разные

В последующие годы эта тенденция будет только усиливаться. *HR*-менеджменту необходимо применять целостный подход к управлению талантами, фокусируясь на развитии и мотивации каждого сотрудника.

Заключение. Концепция управления талантами позволяет наиболее полно использовать человеческий капитал сотрудников для достижения бизнес-целей компании. Управление талантами – комплексная стратегия, в основе которой лежит понимание того, что человеческий капитал является ключевым источником конкурентного преимущества компании.

Список литературы

1. *Управление талантами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hr-portal.ru/varticle/upravlenie-talantami>.*
2. *Война за таланты: время менять курс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/pdf/2014/12/PEO_8r.pdf.*

UDC 658.3.07

TALENT MANAGEMENT IN THE HR SYSTEM

Ananenka V.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Tankavich I.N. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The work updates the concept of talent management, which allows the most complete use of the human capital of employees to achieve the company's business goals. The process of talent management is considered, its distinctive features at the present stage are highlighted.

Keywords. talent management, talent, HR system

УДК 658.3.07

РАЗВИТИЕ ПЕРСОНАЛА ИТ-КОМПАНИИ: КАФЕТЕРИЙ ЛЬГОТ И МАГАЗИН БЕНЕФИТОВ

Ананенко В.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Тонкович И.Н. – канд.хим.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. В работе актуализируется концепция решения для управления компенсациями и льготами – кафетерий льгот и магазин бенефитов. Предложена функциональная модель кафетерия льгот и магазина бенефитов. Данная модель представлена блоками: каталог льгот, HR-кабинет, база сотрудников, отчеты, личный кабинет работодателя.

Ключевые слова: кафетерий льгот и бенефитов, мотивация, вознаграждение, ИТ

Введение. Вознаграждение сотрудника подразумевает разнообразие в возможных методах, соответствие личности человека и должно быть уместным в данный период времени. Данную задачу можно решить при помощи введения системы гибких льгот, в основе которой – самостоятельный выбор работником нужного бонуса. Она работает по принципу кафетерия, только в меню указаны медицина, страхование, обучение, фитнес и т.д. Встречаются и более специфические варианты, например, компенсации топлива, доставки еды, билетов в кино или театр. По данным британской ассоциации по трудовым ресурсам *The Society for Human Resource Management*, такое решение явно идет на пользу бизнесу. В организациях с внедренным кафетерием льгот производительность труда повысилась на 24%, эффективность набора персонала – на 11%, а удержания – на 17% в сравнении с другими организациями [1].

В работе рассмотрена концепция решения для управления гибкими льготами и бенефитами.

Основная часть. Служба исследований *HeadHunter* Северо-Запад провела социальный опрос по всей федерации с целью выяснить, какой компенсационный пакет хотели бы получать сотрудники организации и что на самом деле им предлагают работодатели. Более 3 000 респондентов из 82 регионов страны и 25 профессиональных сфер приняли участие в данном опросе. 63% респондентов указали, что в их организации действительно предоставляется компенсационный пакет. Большинство работодателей, предлагающих компенсационный пакет своим сотрудникам, чаще всего имеют возможность оплатить мобильную связь (43%), ДМС (42%) и организуют корпоративные праздники (38%). Пятерку наиболее часто предоставляемых организациями вариантов завершают стоматология и оплата питания.

Основная часть специалистов предпочла бы самостоятельно выбрать бенефиты из доступного списка, которые подходят именно им, а не получить уже фиксированный, «коробочный» набор. Этот формат более удобен и выгоден работодателю, он позволяет переформировать бюджет надлежащим образом. Для сотрудников, прибывших из других регионов и областей, в большей степени важен вопрос предоставления квартиры от компании, чем оплата спортивного зала или коллективные праздники. Для тех, чья работа связана с общением с людьми или публичными выступлениями, более приоритетной является компенсации затрат на услуги косметологии и салона красоты. По итогам опроса, сейчас такой вариант адаптивного компенсационного пакета готовы предоставить только 14% организаций [2].

Особенности нашего восприятия в том, что мы достаточно быстро привыкаем к текущему уровню дохода. Каждый раз увеличивая свой уровень жизни, мы ждем возможного роста доходов в скором будущем. Увеличение оклада, как инструмента мотивации, работает непродолжительный период времени. Предоставляемые бенефиты вообще не отвечают за

мотивацию. Они нужны всего лишь для того, чтобы удержать человека в текущей организации. Когда сотрудник начнет искать работу и ценовые предложения будут сравнимы, он будет смотреть на второстепенные вещи, которые предлагает организация, в том числе и бенефиты. Если же система льгот лучше, он с большей вероятностью останется в этой организации.

На текущий момент во многих организациях сотрудникам предлагается право выбора тех бенефитов и льгот, которые больше соответствуют их потребностям и интересам. Система работает достаточно просто. Все льготы и бенефиты из каталога ранжируются по баллам. Сотруднику предоставляется определенный объем баллов, на которые он может выбрать для себя индивидуальный набор льгот и бенефитов. Такие условия работают с единственным минусом – их предоставление дороже. При работе с одинаковым объемом услуг для каждого сотрудника, организации, как правило, получают от контрагентов скидки на объем.

Новые сотрудники устраиваются в компанию, старые – увольняются, их переводят в другие филиалы и юридические лица, они могут уйти в декрет и вернуться обратно. Все эти перемещения требуют своевременной и правильной отработки с точки зрения кафетерия льгот и бенефитов:

- сотруднику нужно выделить персональный бюджет в валюте кафетерия льгот с учетом даты приема на работу, региона, грейда и др.;
- сотруднику следует донести возможность выбора и дать ему такой выбор – передать в руки инструмент и научить им пользоваться. Набор доступных льгот также зависит от региона, грейда и других качеств сотрудника;
- при переводе сотрудника в другой регион нужно предложить ему те льготы, которые доступны;
- при смене юридического лица необходимо открепить сотрудника и его родственников от договоров с поставщиками льгот со старым юридическим лицом и прикрепить к договорам с новым юридическим лицом [3].

Недостаточно просто предложить выбор – важно обеспечить соответствующую функциональность. Для решения этой задачи автором предлагается использование кафетерия льгот и магазина бенефитов – инструмента управления компенсациями и льготами, направленного на решение такой задачи управления талантами, как привлечение и удержание работников. Функциональная модель кафетерия льгот и бенефитов представлена следующими блоками: Каталог льгот, HR-кабинет, База сотрудников, Отчеты и Личный кабинет работодателя (рисунок 1).



Рисунок 1 – Функциональная модель кафетерия льгот и бенефитов

В данной модели блок Каталог льгот представлен в двух форматах: кафетерий льгот и магазин бенефитов. HR-кабинет позволит просматривать все истории льгот и бенефитов для каждого сотрудника компании. Справочная информация по всем сотрудникам размещена в блоке База сотрудников. Блок отчеты предусматривает формирование аналитической отчетности в различных разрезах по работе кафетерия льгот и магазина бенефитов. Для полноценного функционирования кафетерия льгот и магазина бенефитов потребуются блок

Личный кабинет работодателя с функцией администрирования.

Выделяют три основные тенденции, которые наблюдаются ежегодно при изучении отчетов международных организаций по управлению человеческим капиталом и хедлайнеров технологических решений:

- формирование четкой кадровой и технологической инфраструктуры – увеличивается количество центров общего обслуживания и управления человеческим капиталом;
- согласованность и влияние – программы льгот соотносятся со стратегиями бизнеса и потребностями сотрудников;
- появление маркетингового мышления – создание комплексного интерактивного предложения, формирования подхода, основанного на данных, которые помогают продвигать культуру и рабочую среду, где люди эффективны.

Стоимость внедрения кафетерия льгот и магазина бенефитов зависит от многих показателей [3]:

- количества сотрудников в организации;
- необходимости интеграции с другими программными средствами;
- предполагаемого объема доступных льгот и бенефитов на одного сотрудника в год;
- количества и ассортимента льгот и бенефитов;
- администрирования взаимодействия с сотрудниками и поставщиками.

Программная реализация модели позволит автоматизировать бизнес-процессы по формированию гибкого пакета льгот и бенефитов, сделать его прозрачным, сократить временные и финансовые ресурсы на его администрирование.

Заключение. Многочисленные исследования показывают, что льготы, позволяющие сотрудникам оставаться здоровыми, управлять своим бюджетом, помогать в уходе за детьми или влияющие на их карьерный рост, создают более высокую заинтересованность, влияют на мотивацию сотрудников и способствуют отдаче инвестиций работодателя.

Формирование стратегии льгот вышло на совершенно новый уровень. Организации оценивают влияние льгот на жизненные приоритеты сотрудников, показывающие их благополучие, как решающее значение для вовлечения персонала в бизнес-цели организации.

Список литературы

1. *The Evolution of Benefits [Электронный ресурс] / Society for Human Resource Management. – USA, 2018. – Режим доступа : <https://www.shrm.org/hr-today/trends-and-forecasting/research-and-surveys/Documents/2018%20Employee%20Benefits%20Report.pdf>. – Дата доступа : 25.03.2022.*
2. *Бенефиты и компенсации [Электронный ресурс] / HeadHunter Северо-Запад. – Санкт-Петербург, 2014. – Режим доступа : <https://spb.hh.ru/article/15288> – Дата доступа : 24.03.2022.*
3. *Кафетерий льгот: автоматизация, наполнение, тренды 2.0 [Электронный ресурс] / Подарок в квадрате. – Москва, 2019. – Режим доступа : <https://prostodar.ru/blog/kafeteriy-lygot-avtomatizatsiya-napolneniye-trendy-2-0/> – Дата доступа : 27.03.2022.*

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

IT COMPANY STAFF DEVELOPMENT: BENEFITS CAFETERIA AND SHOP

Ananenka V.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Tankavich I.N. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The work updates the concept of a solution for managing compensations and benefits - a cafeteria for benefits and a benefit store. A functional model of the benefits cafeteria and the benefit store is proposed. This model is represented by blocks: a catalog of benefits, an HR account, an employee database, reports, an employer's personal account.

Keywords. cafeteria benefits, motivation, remuneration, IT

АЛГОРИТМ ПОДБОРА КАНДИДАТА НА ИТ-ПРОЕКТ

Русакович А.С.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Тонкович И.Н. – канд.хим.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. В данной работе предложен и описан алгоритм подбора кандидатов на ИТ-проект, в основе которого лежит понятие идеального кандидата – таланта, имеющего все навыки требуемого уровня.

Ключевые слова: поиск кандидатов, алгоритм подбора кандидатов, ИТ-проекты

Введение. В последнее время всё более актуальными становятся вопросы о значимости человеческого капитала и его развития. Эффективное управление «талантливыми» людьми позволяет организациям адаптироваться к новым факторам, обеспечивать качество продукта и конкурентное преимущество.

Привлечение талантов на проект – одна из основных задач менеджера в любой компании. Цель данного процесса – быстрый и эффективный подбор кандидата на проект с учётом навыков кандидата и потребностей клиента. Однако подбор кандидатов требует большой концентрации от менеджера и большого количество времени [1]. Проблема эффективности подбора талантов актуальна для многих организаций и была обозначена Итаном Расиелом: «Вы должны все время искать самых талантливых людей, которые подходят для решения проблемы» [2].

Отсутствие регламентированного алгоритма подбора персонала на проект требует значительных затрат времени на поиск и оценку кандидатов. В данной работе предложен алгоритм подбора кандидатов на ИТ-проект.

Основная часть. В основе алгоритма лежит понятие идеального кандидата – таланта, имеющего все навыки требуемого уровня. То, насколько подходит на позицию специалист, определяется на основе отношения отклонения от идеального кандидата к максимальному отклонению. Максимальное отклонение – расстояние между идеальным кандидатом и кандидатом, не имеющего ни одного из требуемых навыков. Если отклонение кандидата равно максимальному, то коэффициент соответствия будет равен 0. Если кандидат имеет все требуемые навыки, то он совпадает с идеальным кандидатом и коэффициент соответствия равен 1.

Отклонение от идеального кандидата рассчитывается как расстояние между точками. Поскольку количество требований на позицию может быть любым, предлагается следующая формула:

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=0}^n (y_i - x_i)^2} \quad (1)$$

где $d(x, y)$ – расстояние от точки x до точки y ,
 n – количество требований,
 x_i – координата точки x на i -й оси.

Расчёт отклонения от идеального кандидата на должность с двумя требованиями можно визуализировать в виде системы координат, где оси X и Y изображают требуемый на позицию уровень навыков (рисунок 1). Если у кандидата уровень всех навыков равен или больше

требуемого, то он попадает в область идеальных кандидатов и коэффициент соответствия будет равен 1 (рисунок 2).

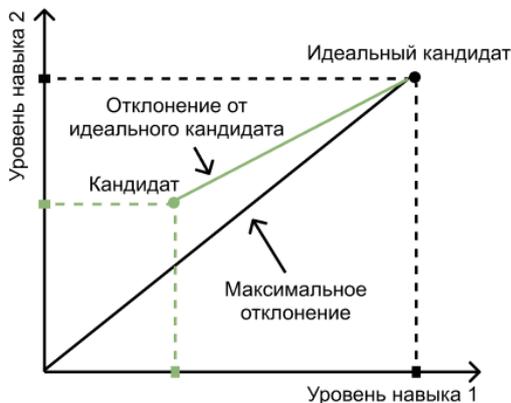


Рисунок 1 – Отклонение от идеального кандидата

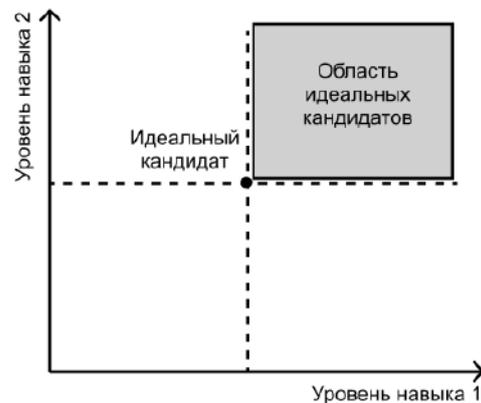


Рисунок 2 – Область идеальных кандидатов

Для работы данного алгоритма была разработана система навыков и компетенций, основанная на таких понятиях как технология и уровень знания. Стек предоставляемых технологий и уровни оценки знаний являются индивидуальными для конкретной компании. В данной работе рассматривались три уровня знаний, характерных для IT-сферы: *Junior*, *Middle* и *Senior*. В зависимости от приоритета изменяется возможное отклонение от требуемого уровня. Чем ниже приоритет, тем выше возможное отклонение. Расчёт пределов уровней навыков идеального кандидата производился с учётом данных отклонений.

В конечном виде алгоритм получает на входе данные профилей специалистов компании и информацию о требованиях на открытую позицию. В результате генерируется список профилей специалистов, отсортированных в порядке убывания коэффициента соответствия специалиста на проект. Наиболее подходящий на позицию кандидат может быть выбран из самых первых записей полученного списка.

Заключение. Разработанный алгоритм позволит рассчитать коэффициент соответствия кандидата на проект. Коэффициент учитывает навыки специалиста, требования на позицию и их приоритет. С учётом данного коэффициента легко определить наиболее подходящих на проект кандидатов. Автоматизация предложенного алгоритма позволит повысить эффективность процесса привлечения талантов на проекты.

Список литературы

1. Русакович, А.С. Автоматизация процесса привлечения талантов на IT-проекты / А.С. Русакович // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXVI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов; Рязань: ИП Коляхин А.В. (BookJet), 2021 – С. 37-39.
2. Расел, И. Инструменты McKinsey: Лучшая практика решения бизнес-проблем / Итан Расел, Пол. Фрига; пер. с англ. Ю.Е. Корнилович. – 2009. – 224 с.

UDC 004.021

CANDIDATE SELECTION ALGORITHM FOR IT PROJECT

Rusakovich A.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Tonkovich I.N. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. In this paper, candidate selection algorithm for an IT project is proposed and described, which is based on the concept of an ideal candidate – a talent with all the skills of the required level.

Keywords. candidate search, candidate selection algorithm, IT projects

АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОИСКА И ОРГАНИЗАЦИИ СПОРТИВНЫХ СОБЫТИЙ НА ОСНОВЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Копилец Ю.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Шелест А.В. – магистр техники и технологии, ассистент кафедры ПИКС

Аннотация. Проведен анализ проблем, связанных с поиском, организацией и управлением спортивными событиями. Обозначены необходимость автоматизации и отсутствие программных средств, позволяющих решить существующие проблемы в полном объеме. Предложено создание программного средства реализации многофункционального онлайн-сервиса для организации и управления спортивными событиями.

Ключевые слова: организация спортивных событий, спортивные дисциплины, командные виды спорта

Введение. Число людей, систематически занимающихся спортом, в Республике Беларусь, растёт с каждым годом [1]. Данные изменения обусловлены широким распространением Интернета и цифровизацией общества. Современный человек всё больше времени проводит за персональными устройствами и ведет неактивный образ жизни, что приводит к проблемам со здоровьем. Занятия любыми спортивными дисциплинами становятся необходимостью, количество вовлеченных в спорт людей увеличивается с каждым годом, растет спрос на различное спортивное программное обеспечение [2].

Некоторые спортсмены предпочитают индивидуальные дисциплины, где они зависят только от себя, но большинство отдает предпочтение командным видам спорта. Любой командный вид требует определенного количества участников, с которыми необходимо согласовать дату, место и время встречи – организовать спортивное событие. Под спортивным событием понимается любая встреча спортсменов, будь то тренировка или обычные игры на школьном стадионе. Со стороны участника также требуется приложить определенные усилия, связанные с поиском событий для участия.

На практике, процессы поиска и организации спортивных событий сильно зависят от наличия контактов у спортсменов и сопровождаются немалым количеством проблем, из-за которых затруднено проведение большей части всех событий.

Основная часть. Во время поиска любой встречи, если участник будет рассчитывать на присоединение к какому-либо событию только посредством приглашения одного из своих контактов, то существует вероятность не всегда получить это самое приглашение, даже с большой базой контактов. В случае, если она насчитывает небольшое количество контактов или отсутствует в принципе, то получить приглашение на участие во встрече спортсмену не представляется возможным.

Для поиска спортивного мероприятия, без получения приглашения на конкретную планируемую встречу, требуется приложить гораздо больше усилий. Это связано как с предпочтениями по виду спорта, так и с расположением места проведения. Поиск не по предварительным объявлениям или расспросам контактов сопровождается ещё одним серьезным ограничением – спортсмен может найти только те встречи, которые проходят прямо во время его поиска, что сильно снижает шансы на успех, так как он может пропустить встречи, например, запланированные немного позже.

Когда участник нашел подходящую встречу и присоединился к ней, существует вероятность отмены или изменения планов у самого участника. Это требует постоянной поддержки прямого контакта как с организатором встречи, так и с другими участниками.

Организация встречи сложнее и отнимает у спортсменов больше времени и сил, чем поиск, поэтому имеет смысл рассмотреть этот процесс более подробно.

Для демонстрации существующих проблем, разработана функциональная модель процесса назначения спортивной встречи с использованием нотации *IDEF0* (рисунок 1).

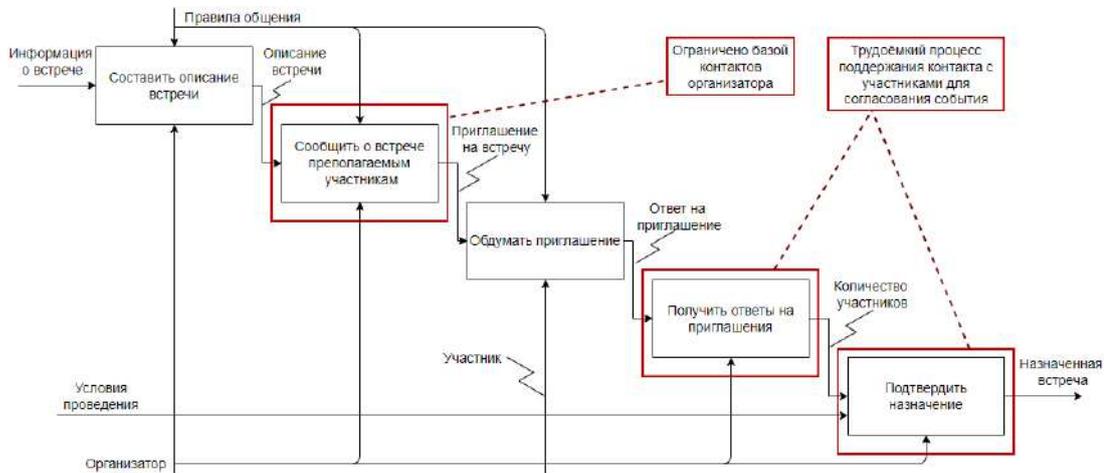


Рисунок 1 – Декомпозиция AS-IS процесса назначения встречи

Анализ модели из рисунка 1 показывает, что успешность организации события главным образом зависит от количества контактов организатора. Организатор при планировании любой встречи не может рассчитывать на то, что к ней присоединятся незнакомые люди, заполняя необходимые свободные места участников. Это порождает такую проблему как невозможность организации встречи из-за отсутствия потенциальных участников.

Помимо этого, при организации встреч организатору необходимо выполнить большой объем работы по части поддержания связи со всеми участниками. Требуется постоянно предоставлять всем участникам актуальную информацию о возможных изменениях места, времени или же статуса встречи. Даже при малом количестве участников, например, три или четыре, существует риск не уведомить одного из них. При этом, по мере увеличения количества участников, объем работы увеличивается соответственно.

Обозначенные проблемы могут быть решены путем автоматизации части процессов, выполняемых организатором встречи (рисунок 2).

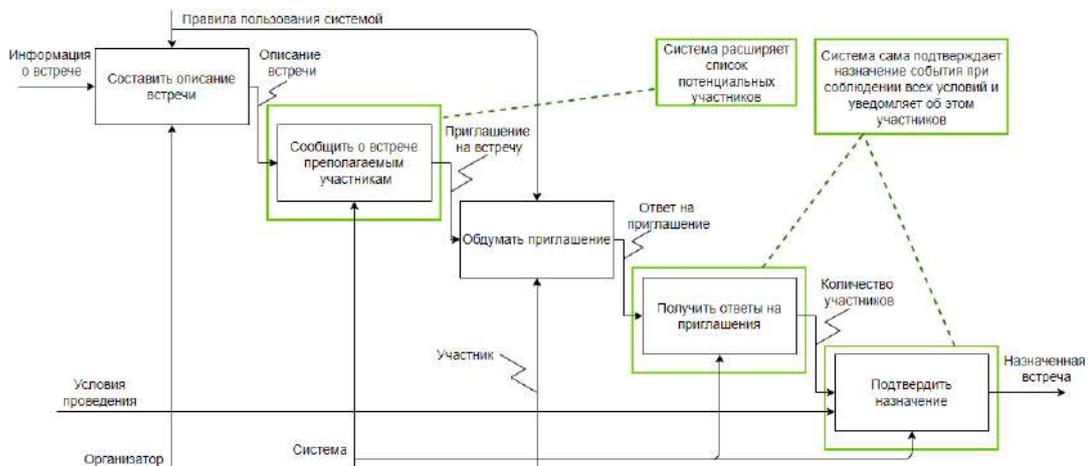


Рисунок 2 – Декомпозиция TO-BE процесса назначения встречи в нотации *IDEF0*

На функциональной модели назначения встречи после автоматизации (рисунок 2) видно, что большую часть работы организатора берет на себя система: приложение предоставляет необходимое число потенциальных участников для успешной организации события, помогает поддерживать с ними контакт, информируя о возможных изменениях, а также позволяет

спортсменам искать события для присоединения, принимая в учёт их местоположение и предпочтения в видах спорта.

Спортивные события можно организовывать не только для игровых видов, но и для совместных беговых тренировок, велопробегов или посещений тренажерного зала, плавательного бассейна. Поэтому успешность автоматизации во многом зависит от количества поддерживаемых видов спорта.

На сегодняшний день существует много спортивных приложений для разных целей: поиск единомышленников, создание спортивных сообществ, планирование и формирование собственного спортивного календаря, получение программ тренировок. Однако, немногие приложения позволяют искать и отслеживать спортивные события на основании локации пользователя и требуемом виде спорта. Отсутствуют также и приложения для организации собственных спортивных событий. Вместе с тем, большая часть приложений для спорта являются узкоспециализированными и не предназначены для групповых занятий спортом, хотя именно такие занятия привлекают большее количество спортсменов.

Для решения описанных проблем, с учетом отсутствия спортивных приложений, позволяющих их решить в полном объеме, необходимо создать многофункциональный онлайн-сервис для организации и управления спортивными событиями.

Заключение. Проведены анализ и моделирование проблем, связанных с организацией и управлением спортивными событиями, что позволило выявить проблемы, возникающие при поиске и подготовке спортивных встреч.

Выполнен анализ существующих программных средств. Выявлено, что, на сегодняшний день, отсутствуют программные средства, поддерживающие большое количество разных спортивных дисциплин, позволяющие пользователям организовывать собственные спортивные события.

На основании отсутствия аналогов программных средств для решения выявленных проблем, предложена разработка программного средства для автоматизации процессов организации, управления и поиска спортивных событий, в основе которого должна быть поддержка разных спортивных дисциплин.

Список литературы

1. Беларусь в цифрах. Статистический справочник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2021. – 31 с.
2. The Intention to Use Fitness and Physical Activity Apps: A Systematic Review / Salvador Angosto, Jerónimo García-Fernández, Irena Valantine // Sustainability. – 2020. – Vol. 12, N 16. – Pp. 1–24.

UDC 796.062.4

ANALYSIS AND MODELING OF SEARCH AND ORGANIZATION SPORTS EVENTS PROCESSES BASED ON THE USERS LOCATION

Kopilets Y.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Shelest A.V. – Master of Engineering and Technology, assistant of the department of ICSD

Annotation. Studied the problems related to search, organization and management of sports events. It was discovered the necessity of the automation and the lack of software tools that allow solving existing problems in full. It was proposed the creation of a software tool for the implementation of a multi-functional online service for organizing and managing sports events.

Keywords. *sports events organization, sports disciplines, team sports*

УДК 621.3.049.77–048.24:537.2

ПОЛУЧЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АЛМАЗОПОДОБНОГО ПОКРЫТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА OPTILAYER

Пигаль Р.В., Лагуцкий И.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Боровиков С.М. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Рассматривается получение модели и приводится описание некоторых оптических свойств алмазоподобного покрытия. В качестве исходных данных использованы результаты измерения (контроля) показателя отражения тонкой плёнки. Установлено, что автоматизированные методы позволяют получить качественную модель. Показано, что модель можно использовать для расчёта спектральных характеристик по заданной физической толщине плёнки.

Ключевые слова: алмазоподобные покрытия, тонкие плёнки, моделирование, оптические характеристики.

Введение. Многообразие областей применения алмазоподобных покрытий связана с тем, что они обладают некоторыми ценными свойствами алмаза, в том числе, высокой твёрдостью, низким трением, износостойкостью, химической инертностью, биологической совместимостью, электрической изоляцией, оптической прозрачностью и гладкостью. Во многих случаях такие покрытия используются для придания нужных характеристик другим материалам.

Алмазоподобные плёнки имеют множество коммерческих применений, включая станки, аэрокосмические детали, детали двигателей и медицинские имплантаты [1].

Покрытие может применяться как оптическое, поэтому актуальной является задача их моделирования и математического описания с целью дальнейших расчётов оптической толщины или параметров. В настоящее время известно несколько способов описания оптических характеристик тонких плёнок [2]. В большинстве случаев для этого используются программные пакеты *MATLAB*, *COMSOL* или узконаправленные специализированные, такие как *Optilayer* или *Essential Macleod*.

В данной статье авторами рассмотрено применение программного комплекса *Optilayer* для получения математической модели детерминированного типа. Приведён пример работы с полученной моделью и показано, что с использованием модели можно однозначно и с высокой точностью предсказывать все оптические характеристики материала.

Основная часть. Важнейшим этапом исследования оптических свойств тонкой плёнки является выбор модели, отражающей её основные характерные особенности [3,4].

В работе для тонкого слоя (плёнки) была выбрана шести-параметрическая модель, учитывающая и поглощение, и дисперсию показателя преломления:

$$X \in \{n, A, B, c, d, h\}, \quad (1)$$

где X – совокупность параметров, определяющих характеристики модели

n – показатель преломления;

h – оптическая толщина слоя;

c, d – параметры модели для коэффициента поглощения;

A, B – параметры модели Коши для дисперсии.

Зависимость показателя преломления от длины волны λ оптического диапазона в общем виде описывается формулой

$$n(\lambda) = n + \frac{A}{\lambda^2} + \frac{B}{\lambda^4}. \quad (2)$$

При этом из литературных источников [5] известно, что алмазоподобные плёнки имеют поглощение в видимой и ультрафиолетовой части спектра.

$$\chi(\lambda) = ce^{-d\lambda}, \quad (3)$$

где $\chi(\lambda)$ – показатель поглощения.

Программный комплекс *Optilayer* включает множество инструментов для моделирования оптических покрытий, многослойных покрытий, оптических систем и т.п. Для получения модели в данном случае был использован модуль *OptiChar*.

Метод определения параметров тонких плёнок основан на минимизации функционала невязки, оценивающего близость экспериментальных спектральных характеристик покрытия и теоретических характеристик, рассчитанных для выбранной модели. При выборе модели тонкой плёнки будем исходить из того, что тонкий слой однороден, т.к. алмазоподобное покрытие не является композитным материалом и в целом является химически целостным и стабильным.

В качестве исходных данных будем использовать результаты измерения показателя отражения.

Исходные данные представляют собой результаты контроля показателя отражения на длинах волн от 360 до 1060 нм (рисунок 1). Чем точнее выполнен контроль, тем выше будет качество построенной модели. Результаты контроля получены прибором «Cary 60 uv-vis» с приставкой для измерения показателя отражения. Для исключения проблем при использовании в дальнейшем результатов контроля выполнялось автоматическое сглаживание шумов.

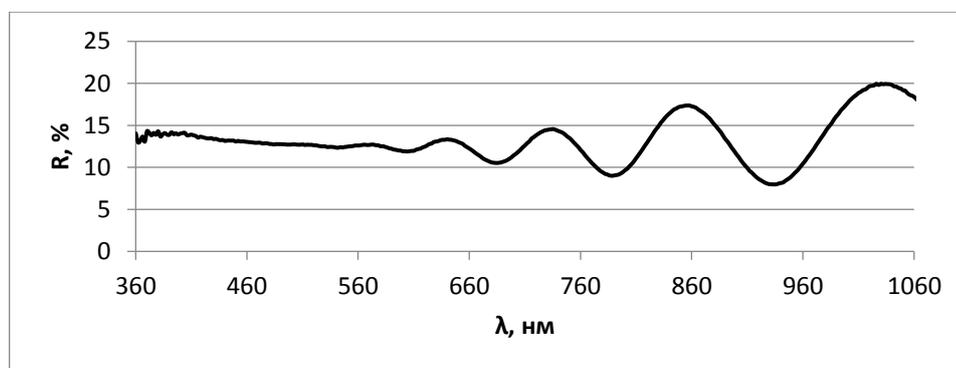


Рисунок 1 – Результаты контроля (измерения) показателя отражения алмазоподобного покрытия, Нанесённого на подложку монокристаллического кремния

Для получения модели алмазоподобного покрытия с использованием программного комплекса *Optilayer* вначале необходимо запустить встроенную функцию «*Model Builder*», выполняющую создание модели материала покрытия. Для корректной работы этой функции должны быть заданы пределы параметров, в диапазоне которых будет выполняться поиск коэффициентов модели. Так же важно правильно указать условия измерений исходных данных (тип поляризации источника света, толщина подложки, угол измерений и др.).

Последующая процедура представляет собой математический подбор наиболее близких коэффициентов преломления и поглощения. Компьютерная программа оценивает расхождение модели с результатами измерения (контроля) и продолжает поиск до получения наилучшего варианта (с минимальным расхождением).

Точность и шаг, с которым производится поиск в компьютерной программе, можно задавать. Имеется возможность перейти в ручной режим, если точно заранее известна форма распределения коэффициента преломления и физическая либо оптическая толщина плёнки (покрытия) [6].

На рисунке 2 показано окно встроенной функции «*Model Builder*» с результатами поиска коэффициентов модели. Можно установить, что дисперсия коэффициента преломления подчиняется нормальному распределению.

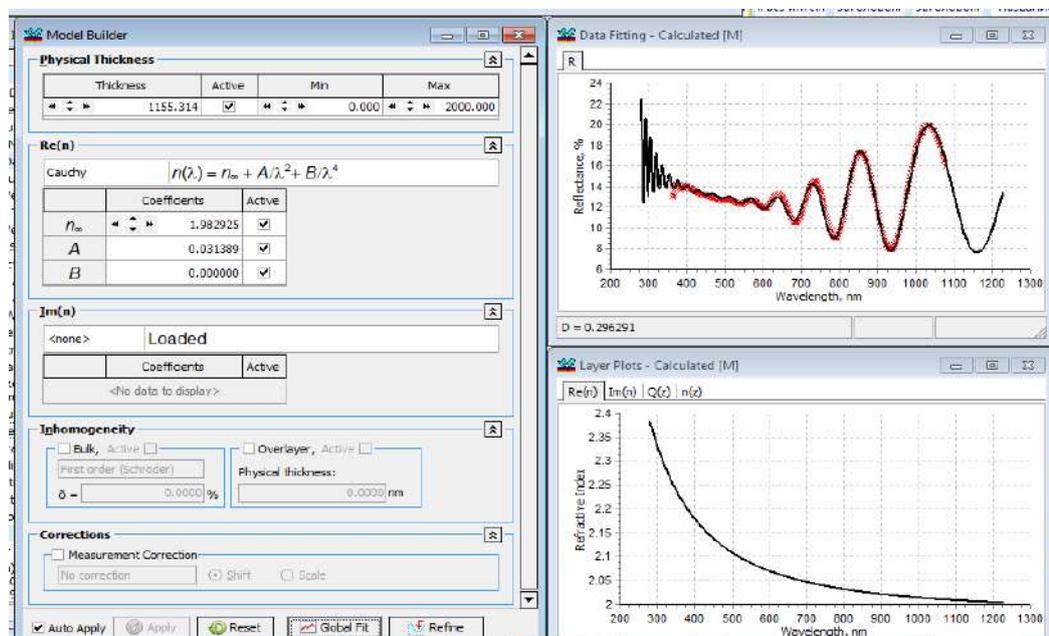


Рисунок 2 – Окно функции «*Model Builder*» с результатами поиска коэффициентов модели

В итоге для материала покрытия получена модель в виде зависимости коэффициентов преломления и поглощения от длины волны света (рисунок 3).

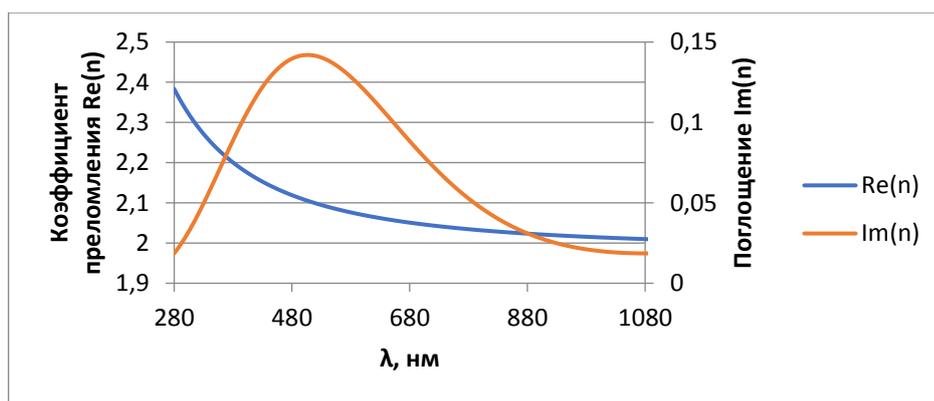


Рисунок 3 – Рассчитанная модель материала (коэффициент преломления и коэффициент поглощения)

Модель материала нужна для выполнения дальнейших расчётов, например, при создании многослойных оптических покрытий или предсказания спектра для покрытия в случае других типов подложек. Полученную модель можно использовать для полного предсказания поведения материала. На рисунке 4 в качестве примера показан расчёт толщины плёнки из алмазоподобного материала, при которой она будет полностью не прозрачна в видимой области оптического спектра.



Рисунок 4 – Расчёт спектральных характеристик по заданной физической толщине плёнки

На графиках рисунка 4 показаны зависимости характеристик пропускания (чёрная линия) и отражения (красная линия) от длины волны в оптическом спектре.

Заключение. Для алмазоподобного покрытия в виде тонкой плёнки с использованием программного комплекса OptiLayer получена математическая модель детерминированного вида. По модели можно с высокой точностью предсказывать основные оптические характеристики материала. С учётом физической толщины покрытия (плёнки) показано использование модели для определения оптического спектра пропускания и отражения.

Список литературы

1. Боровиков, С. М. Свойства и применение DLC-покрытий / С. М. Боровиков, Р. В. Пигаль, О. И. Терещук. // Молодой учёный. – 2021. – № 6 (348). – С. 6-9.
2. Seshan, K. Handbook of Thin-Film Deposition Processes and Techniques / K. Seshan. – Norwich, NY :, 2002. – P. 646.
3. Общая информация о комплексе OptiLayer [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.OptiLayer.com/node/54>. Дата доступа : 13.02.2022.
4. Трудоношин, В. А. САПР. Математические модели технических объектов / В. А. Трудоношин, Н. В. Пивоваров. – М.: Высш. шк., 1986. – 160 с.
5. Robertson, J. Diamond-like amorphous carbon / J. Robertson // Mater. Sci. Eng. – 2002. – № Rep. 37. – P. 129-281.
6. Tikhonravov, A. V. Advanced thin film optical coatings – OptiLayer manual / A. V. Tikhonravov // OptiLayer LTD. – 2020. – P. 26.
7. Попова, Е. В. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ / Е. В. Попова. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – 214 с.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

OBTAINING A MATHEMATICAL MODEL OF A DIAMOND-LIKE CARBON COATING USING THE OPTILAYER SOFTWARE PACKAGE

Pihal R.V., Lagutskiy I.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Borovikov S.M. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The obtaining of a model is considered and a description of some optical properties of a diamond-like coating is given. The results of measurement (control) of the reflection index of a thin film were used as initial data. It has been established that automated methods make it possible to obtain a qualitative model. It is shown that the model can be used to calculate the spectral characteristics for a given physical film thickness.

Keywords. diamond-like carbon coatings, thin films, simulation, optical characteristics.

УДК 519.237.5

РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ СТОИМОСТИ КОЛЛЕКЦИОННЫХ МОНЕТ

Амельченя М.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Тонкович И.Н. – канд.хим.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. В работе показано применение регрессионного анализа для прогнозирования стоимости коллекционных монет. Обосновано использование методики линейной регрессии для анализа перспективы роста стоимости и общей целесообразности приобретения монеты для последующей реализации в долгосрочном периоде. Для анализа колебаний стоимости монеты и определения прогнозной даты покупки и реализации монеты для извлечения прибыли в краткосрочном периоде предложена методика полиномиальной регрессии.

Ключевые слова: регрессионный анализ, прогнозирование, полиномиальная регрессия, стоимость монет

Введение. Сегодня редкие монеты занимают ведущее место (третье место) в мире по доходности наряду с раритетными машинами и коллекционным вином. Согласно данным отчета *Knight Frank*, доходность вложений в редкие монеты за последние пять лет составила около 50%, а за десять лет выросла в 3,6 раза и составила 182% [1].

Для отражения рынка нумизматики применяются универсальные индексы: британские монеты из индекса *Stanley Gibbons GB200 Rare Coin Index* за 14 лет показали рост доходности в пять раз и американские монеты, вошедшие в индекс *Rare Coin Values Index*, за 17 лет показали рост доходности также в пять раз. По российским монетам, как и по белорусским, универсального индекса не существует в силу неразвитости рынка.

Инвестирование в коллекционные монеты имеет тенденцию дальнейшего роста. Ожидаемая стоимость монет позволит обеспечить максимальный прирост инвестиций и увеличить первоначальный капитал, вложенный в коллекционирование монет. От того, насколько точно будет предсказана динамика стоимости, зависит и прибыль. Предсказать стоимость коллекционных монет могут помочь фундаментальный и технический анализы [2]. И если в основе фундаментального анализа лежит прогнозирование стоимости на основе экономических и рыночных показателей, а также состояния отрасли в целом, то в основе методики технического анализа – графики изменения стоимости. Это позволяет использовать технический анализ для слежения за движением и предсказанием стоимости редких монет. Одним из методов технического анализа является регрессионный анализ – метод моделирования измеряемых данных и исследования их свойств.

В работе показано применение регрессионного анализа для прогнозирования стоимости коллекционных монет.

Основная часть. Формами регрессионного анализа для анализа текущего набора данных и прогнозирования значений в будущем являются линейная и полиномиальная регрессия.

Линейный регрессионный анализ используется для прогнозирования значения переменной на основе значения другой переменной. Это особенно полезный инструмент для предиктивного моделирования и прогнозирования, обеспечивающий отличное понимание текущих данных и прогнозирования данных в будущем.

Цель линейной регрессии состоит в том, чтобы создать линию наилучшего соответствия, которая может предсказать значение зависимой переменной с помощью независимой переменной.

Если рассматривается зависимость между одной входной и одной выходной переменными, то имеет место простая линейная регрессия. Математическое уравнение, которое оценивает линию простой линейной регрессии, может быть выражено формулой 1 [3]:

$$Y = a + bx, \quad (1)$$

где Y – зависимая переменная, представляющая собой стоимость монеты;

x – независимая переменная, представляющая собой дату продажи монеты;

a – свободный член линии оценки (т.е. значение Y , когда $x=0$);

b – угловой коэффициент, который представляет собой величину, на которую Y увеличивается в среднем, если увеличиваем x на одну единицу.

Если ищется зависимость между несколькими входными и одной выходной переменными, то имеет место множественная линейная регрессия. Соответствующее уравнение имеет вид, представленный формулой 2:

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_nx_n, \quad (2)$$

где n – число входных переменных.

Главный недостаток линейной регрессии состоит в том, что она может моделировать только прямые линейные зависимости. Кроме того, линейная регрессия очень чувствительна к выбросам.

Использование линейной регрессии для анализа стоимости монет может привести к тому, что прогнозная цена будет занижена и не будет реагировать на возможные колебания в прогнозном периоде.

Полиномиальная регрессия может применяться в статистике при моделировании трендовых составляющих временных рядов – рядов чисел, которые зависят от времени. В этом методе регрессии наиболее подходящей линией является не прямая линия, а кривая, которая соответствует точкам данных. Цель построения модели полиномиальной регрессии – прогнозирование.

Пусть даны два ряда наблюдений: x_i – независимая переменная, представляющая дату продаж и y_i – зависимая переменная, представляющая ряд стоимости монет, $i = 1..n$. Уравнение полинома будет иметь вид формулы 3 [4]:

$$y_i = \sum_{j=0}^k b_j x_i^j, \quad (3)$$

где b_j – параметры данного полинома; $j = 1..k$.

Выбор точного параметра для каждой переменной требует предварительных знаний о текущем наборе данных и окончательных результатах.

На рисунке 1 приведено сравнение результатов прогноза на 4 дня, следующих за существующим рядом данных, с использованием линейной и полиномиальной регрессий.

Из рисунка 1 можно сделать вывод, что использование методики линейной регрессии может быть предложено в том случае, когда необходимо провести анализ перспективы роста стоимости и общей целесообразности приобретения монеты для последующей реализации в долгосрочном периоде. Использование методики полиномиальной регрессии может быть предложено для анализа колебаний стоимости монеты и определения прогнозной даты покупки и реализации монеты для извлечения прибыли в краткосрочном периоде.



Рисунок 1 – Сравнение форм регрессионного анализа для прогноза стоимости монеты на будущий период

Полиномиальная регрессия – хороший способ подобрать функцию к набору данных, когда мы знаем, что две переменные коррелированы, но не демонстрируют линейной зависимости. Обращение к этой форме моделирования может происходить каждый раз, когда линейная регрессия дает плохие результаты и не проясняет зависимость между переменными.

Заключение. Использование полиномиальной регрессии позволяет учитывать колебания цен на монеты, что дает возможность более точного прогнозирования стоимости. Используя точность модели, аукционеры могут решить главную трудность схемы, которая была описана ранее – когда именно нужно совершить сделку. Регрессия позволяет проанализировать и предсказать динамику стоимости монет, что напрямую влияет на возможный рост прибыли аукционера.

Список литературы

1. Ценная мелочь. Как заработать на инвестициях в редкие монеты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.forbes.ru/finansy-i-investicii/356677-cennaya-meloch-kak-zarabotat-na-investiciyah-v-redkie-monety>. – Дата доступа: 02.04.2022.
2. Прогноз цены: как применять технический и фундаментальный анализ рынка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bcs.ru/blog/tekhnicheskij-fundamentalnyj-analiz>. – Дата доступа: 25.03.2022.
3. Линейная регрессия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studopedia.ru/4_23087_ponyatie-o-regressionnom-analize.html. – Дата доступа: 25.03.2022.
4. Модель полиномиальной регрессии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/414245/>. – Дата доступа: 25.03.2022.

UDC 519.237.5

REGRESSION ANALYSIS IN PREDICTING THE VALUE OF COLLECTIBLE COINS

Amialchenia M.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Tonkovich I.N. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The paper shows the use of regression analysis to predict the value of collectible coins. The use of the linear regression technique to analyze the prospects for growth in value and the general feasibility of acquiring a coin for subsequent sale in the long term is substantiated. To analyze fluctuations in the cost of a coin and determine the forecast date for the purchase and sale of a coin for profit in the short term, a polynomial regression technique is proposed.

Keywords: regression analysis, forecasting, polynomial regression, coin value

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АТРИБУТОВ СОБЫТИЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, СВЯЗАННЫХ С АКТИВНОСТЬЮ ИНТЕРНЕТ-БОТОВ

Логинова А.О.

Московский государственный лингвистический университет,
г. Москва, Российская Федерация

Научный руководитель: Царегородцев А.В. – д-р техн.наук, профессор, профессор кафедры международной информационной безопасности Института информационных наук ФГБОУ ВО МГЛУ, проректор по развитию и информатизации ФГБОУ ВО МГЛУ

Аннотация. Исследовано воздействие ботов на работоспособность Интернет-средств массовой коммуникации. Для автоматизированного управления событиями, предупреждающими отказ в обслуживании, блокировку Интернет-средств массовой информации за нарушение законодательства, в результате действий злонамеренных ботов, были определены атрибуты классификации, установлены возможные значения атрибутов событий, предупреждающих инциденты, связанные с активностью Интернет-ботов.

Ключевые слова: события информационной безопасности, атрибуты событий информационной безопасности, Интернет-боты, Интернет-средства массовой коммуникации.

Введение. Стремительное развитие информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), доступность средств сбора, обработки, хранения и распространения информации, а также отсутствие границ информационного обмена обуславливают интенсивность развития и распространения Интернет-средств массовой коммуникации (Интернет-СМК): блогов, форумов, мессенджеров, социальных сетей, – что приводит к росту объема различного рода информации, провоцируя рост информационных потребностей человека.

В условиях, когда средства ведения компьютерной атаки есть в каждой квартире, каждом офисе и каждом кабинете, скорость обнаружения опасного события информационной безопасности (ИБ) приобретает важное значение.

Согласно результатам исследования *GlobalDots*, опубликованным в 2019 году, 37,9% Интернет-трафика в 2018 году создавали боты. При этом большинство действующих ботов были высокоорганизованными: боты с применением технологии искусственного интеллекта, способные копировать поведение человека, они составили 21,1% от обнаруженного множества ботов, и управляемые боты – 52,5%. По данным аналитиков *GlobalDots* в период с 2013 года по 2019 год в сети было украдено свыше 14 миллиардов персональных аккаунтов реальных пользователей. С помощью ботов злоумышленники проверяют пригодность украденной учетной записи для её дальнейшего использования ботом [1].

Основная часть. При реализации атаки любого типа нарушитель выполняет определённую последовательность шагов (рисунок 1).



Рисунок 1 – Жизненный цикл атаки

Ранее в работах были подробно описаны основные группы событий ИБ [2, 3]. При ближайшем рассмотрении самих инцидентов сбора информации, несанкционированного доступа, внедрения вредоносного кода можно проследить их взаимосвязь. Они представляют собой этапы развития *DoS/DDoS* атаки (рисунок 2).



Рисунок 2 – Этапы развития *DoS/DDoS* атаки

По принципу реализации атака посредством «наводнения» Интернет-источников информации сообщениями ботов представляет собой частный случай *DoS/DDoS* атаки. Скрывая свою природу, боты распространяют спам и ложную информацию. Способность делать информационные вбросы, выдавать мнение меньшинства за позицию большинства, искажая восприятие человеком реальных событий [4], делает ботов одним из барьеров в формировании корректного новостного фона, смещая смысловые и идеологические акценты и тем самым создавая угрозы киберустойчивости и цифрового суверенитета государства [5].

Конечно, *DoS/DDoS* атака может и не представлять саму цель злоумышленника. Суть этой цепи заключается в том, что все события, возникающие по пути реализации этой атаки, будут повторять ряд уже известных нам событий, связанных со сбором информации о сети, несанкционированным доступом и внедрением вредоносного кода, это значит, что и атрибуты будут общими.

Все атрибуты событий могут быть получены в результате наблюдения и анализа процессов в системе. Таким образом, можно получить значение каждого атрибута при разных обстоятельствах. Для экономии времени специалисты договорились использовать атрибуты, установленные в базах *KDD-Cup'99*, *NSL-KDD* и *Kyoto 2006+*.

Приведём сравнительную таблицу вышеупомянутых баз атрибутов событий ИБ (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнение баз атрибутов *KDD-Cup'99*, *NSL-KDD* и *Kyoto 2006+*

База атрибутов	Количество атрибутов	Достоинства	Недостатки
<i>KDD-Cup'99</i> (1999г.)	41 (из 1998 <i>DARPA</i>)	— используется в системах оценки аномалий; — тип атаки в тренировочном варианте отличался от тестового	— содержит избыточные записи; — устарела
<i>NSL-KDD</i> (2009г.)	41 (из <i>KDD-Cup'99</i>)	— не содержит избыточных записей; — число записей обосновано	— не адаптирована под работу реальной сети
<i>Kyoto 2006+</i> (2009г.)	24 (14 из <i>KDD-Cup'99</i> + 10 дополнительных)	— игнорируются избыточные атрибуты; — представляется реально существующая сеть	— не содержит информации о реализуемом типе атаки

Для решения задачи классификации событий ИБ возьмём атрибуты, описанные в базе данных *Kyoto 2006+*, поскольку представленные в ней атрибуты событий ИБ были выделены при анализе трафика реальной сети. Компоненты базы *Kyoto 2006+* повторяют признаки опасных событий сбора информации о сети.

Для наглядности будем возьмём 24 атрибута базы *Kyoto 2006+*, комбинации которых будут отражать реализацию атаки. (таблица 2).

Таблица 2 – Атрибуты Kyoto 2006+

№ п/п	Атрибут	Описание
1.	<i>Duration1</i>	продолжительность соединения
2.	<i>Service</i>	тип сервера подключения
3.	<i>Source bytes</i>	количество байт информации, переданное с <i>IP</i> отправителя
4.	<i>Destination bytes</i>	количество байт информации, переданное с <i>IP</i> получателя
5.	<i>Count</i>	количество соединений, где <i>IP</i> отправителя и <i>IP</i> получателя идентичны <i>IP</i> адресам текущего соединения в течение последних 2-х секунд
6.	<i>Same_srv_rate</i>	% соединений от одного и того же сервера
7.	<i>Serror_rate</i>	% соединений с ошибками <i>SYN</i>
8.	<i>Srv_error_rate</i>	% соединений с ошибками <i>SYN</i> в <i>Srv_count</i> (% соединений, где тип сервиса идентичен типу сервиса текущего соединения в течение последних 2-х секунд)
9.	<i>Dst_host_count</i>	количество соединений среди последних 100, где <i>IP</i> получателя одинаковы <i>IP</i> адресам текущего соединения; количество соединений, где <i>IP</i> источника также идентичен адресу текущего соединения
10.	<i>Dst_host_srv_count</i>	количество соединений среди последних 100, где <i>IP</i> получателя одинаковы <i>IP</i> адресам текущего соединения; тип сервиса идентичен типу сервиса текущего соединения;
11.	<i>Dst_host_same_scr_port_rate</i>	% соединений, где порт-отправитель идентичен порту текущего соединения в <i>Dst_host_count</i>
12.	<i>Dst_host_serror_rate</i>	% соединений с ошибками <i>SYN</i> в <i>Dst_host_count</i>
13.	<i>Dst_host_srv_serror_rate</i>	% соединений с ошибками <i>SYN</i> в <i>Dst_host_srv_count</i>
14.	<i>Flag</i>	состояние соединения в момент записи соединения
15.	<i>IDS_detection</i>	индикатор срабатывания системы обнаружения вторжений: 0 - нет срабатываний; целые числе (без учёта значения «0») - количество срабатываний
16.	<i>Malware_detection</i>	индикатор вредоносного кода: 0 - нет вредоносного кода; текстовая строка - обозначение передаваемого при соединении вредоносного кода
17.	<i>Ashula_detection</i>	индикатор использования шелл-кода (исполняемый код, передаёт управление процессору) или эксплоит-кода при соединении: 0 -нет кода; целые числе (без учёта значения «0») - количество различных передаваемых кодов
18.	<i>Label</i>	индикатор наличия атаки сессии: 1 - нормальное функционирование; -1 - известный тип атаки в сессии; -2 - неизвестный тип атаки в сессии
19.	<i>Source_IP_Address</i>	обозначает <i>IP</i> отправителя, используемый в сессии. Одинаковые частные <i>IP</i> адреса действительны только в течение одного месяца, это означает, что их <i>IP</i> адреса <i>IPv4</i> были также одинаковыми; но, если 2 частных <i>IP</i> адреса одинаковы в контексте разных месяцев, то их <i>IP</i> адреса <i>IPv4</i> были различны
20.	<i>Source_Porte_Number</i>	индикатор номера порта отправителя, используемый в сессии
21.	<i>Destination_IP_Address</i>	обозначает <i>IP</i> получателя, используемый в сессии (аналогично пункту 19)
22.	<i>Destination_Port_Number</i>	индикатор номера порта получателя, используемый в сессии
23.	<i>Start_Time</i>	индикатор начала сессии
24.	<i>Duration2</i>	индикатор сессии, отображающий время, за которое устанавливалась сессия

Во избежание ложных срабатываний системы обнаружения событий ИБ установим только 2 значения для каждого из атрибутов: «меньше порогового» (доверительный интервал) и «больше или равно пороговому» (интервал «опасных» значений).

Поскольку всё множество значений было взято из результатов мониторинга проводимых атак *Kyoto2006+*, в которых не было определено, при каком конкретном значении атрибута было зафиксировано начало атаки, в каждом столбце указали примерные доверительные интервалы значений атрибутов, т.е. предположили, в каких интервалах значений атрибутов не фиксировался инцидент. Так фасетная классификация атрибутов событий информационной безопасности будет иметь следующий вид (таблица 3).

Таблица 3 – Фасетная классификация атрибутов событий ИБ

№ п/п	Атрибут/фасет	Возможные значения											
		доверительный интервал					интервал опасных значений						
1.	<i>Duration1</i>	(1; 10)					[0,000000; 1] U [10; +∞)						
2.	<i>Source bytes</i>	[0; 1000)					[1000; +∞)						
3.	<i>Destination bytes</i>	[0; 1000)					[1000; +∞)						
4.	<i>Count</i>	[0; 1)					[1; +∞)						
5.	<i>Same_srv_rate</i>	[0; 1)					[1; 100]						
6.	<i>Serror_rate</i>	[0; 1)					[1; 100]						
7.	<i>Srv_error_rate</i>	[0; 1)					[1; 100]						
8.	<i>Dst_host_count</i>	[0; 1)					[1; 100]						
9.	<i>Dst_host_srv_count</i>	[0; 5)					[5; 100]						
10.	<i>Dst_host_same_scr_port_rate</i>	[0; 0,01)					[0,01; 100]						
11.	<i>Dst_host_error_rate</i>	[0; 0,10)					[0,10; 100]						
12.	<i>Dst_host_srv_error_rate</i>	[0; 0,01)					[0,01; 100]						
13.	<i>IDS_detection</i>	0					(0;+Z), где Z-целые числа						
14.	<i>Malware_detection</i>	0					строка кода						
15.	<i>Ashula_detection</i>	0					(0;+Z)						
16.	<i>Label</i>	1					-1, -2						
17.	<i>Service</i>	<i>dns</i>		<i>http</i>		<i>smtp</i>		<i>ssh</i>		<i>ssl</i>		<i>other</i>	
18.	<i>Flag</i>	<i>OTH</i>	<i>REJ</i>	<i>RSTO</i>	<i>RSTOS</i> _∞	<i>RSTR</i>	<i>RSTRH</i>	<i>S</i> _∞	<i>SF</i>	<i>SH</i>	<i>SHR</i>		
19.	<i>Source_IP_Address</i>	IP-адрес					...			...
20.	<i>Source_Porte_Number</i>	номер порта					...			...
21.	<i>Destination_IP_Address</i>	IP-адрес					...			...
22.	<i>Destination_Port_Number</i>	номер порта					...			...
23.	<i>Start_Time</i>	время начала сессии					...			...
24.	<i>Duration2</i>	длительность сессии					...			...

Стоит заметить, что при необходимости можно дополнить таблицу новыми атрибутами и их значениями, а также изменить значения интервалов.

Определим набор атрибутов события ИБ, по которым то или иное событие можно будет однозначно отнести к конкретной группе событий, предшествующих инциденту (таблица 4).

Таблица 4 – Наборы атрибутов для каждой группы событий ИБ

№ п/п	Группа	Набор атрибутов
1.	События сбора информации о сети	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Service;</i> – <i>Destination bytes;</i> – <i>Count;</i> – <i>Same_srv_rate;</i> – <i>Error_rate;</i> – <i>Srv_error_rate;</i> – <i>Dst_host_count;</i> – <i>Dst_host_srv_count;</i> – <i>Dst_host_same_scr_port_rate;</i> – <i>Dst_host_error_rate;</i> – <i>Dst_host_srv_error_rate;</i> – <i>Flag;</i> – <i>Source_IP_Address;</i> – <i>Source_Porte_Number;</i> – <i>Destination_IP_Address;</i> – <i>Destination_Port_Number;</i> – <i>Duration2</i>
2.	События НСД	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Source bytes;</i> – <i>Destination bytes;</i> – <i>Same_srv_rate;</i> – <i>Dst_host_same_scr_port_rate;</i> – <i>Flag;</i> – <i>IDS_detection;</i> – <i>Malware_detection;</i> – <i>Ashula_detection;</i> – <i>Label;</i> – <i>Source_IP_Address;</i> – <i>Start_Time;</i> – <i>Duration2</i>
3.	События внедрения вредоносного кода	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Duration1;</i> – <i>Source bytes;</i> – <i>Dst_host_same_scr_port_rate;</i> – <i>Flag;</i> – <i>IDS_detection;</i> – <i>IDS_detection;</i> – <i>Malware_detection;</i> – <i>Destination_Port_Number;</i> – <i>Start_Time;</i> – <i>Duration2</i>

Как отмечалось ранее, события, являющиеся проявлением инцидентов сбора информации, несанкционированного доступа, внедрения вредоносного кода представляют собой части жизненного цикла *DoS/DDoS* атаки, а в частности инцидентов ИБ, связанных с активностью Интернет-ботов. Поэтому набор атрибутов для отслеживания такого типа атаки включает в себя атрибуты всех вышестоящих событий (таблица 5).

Таблица 5 – Набор атрибутов событий, предупреждающих инциденты, связанные с активностью Интернет-ботов

События отказа в обслуживании	- Duration1;	- Dst_host_serror_rate;
	- Service;	- Dst_host_srv_serror_rate;
	- Source bytes;	- Flag;
	- Count;	- Label;
	- Same_srv_rate;	- Source_IP_Address;
	- Serror_rate;	- Source_Porte_Number;
	- Srv_serror_rate;	- Destination_IP_Address;
	- Dst_host_count;	- Destination_Port_Number;
	- Dst_host_srv_count;	- Start_Time
	- Dst_host_same_scr_port_rate;	

Набор атрибутов можно изменить (расширить или сократить) под условия поставленной задачи поиска события ИБ.

Заключение. Такая концепция представления множества возникающих в АИС событий ИБ в машиночитаемом виде, может использоваться для обнаружения признаков реализации частного случая DoS/DDoS атаки – «наводнения» Интернет-средств массовой коммуникации сообщениями ботов.

Для автоматизированного управления событиями, предупреждающими отказ в обслуживании, в частном случае блокировки Интернет-средств массовой информации за нарушение законодательства, в результате действий злонамеренных ботов, были определены атрибуты классификации событий ИБ, предупреждающих развитие инцидента отказа в обслуживании, установлены возможные значения атрибутов событий.

Список литературы

1. Industry Report: Bad Bot Landscape 2019 // GlobalDots. We Make IT Faster URL: <https://www.globaldots.com/bad-bot-report-2019#form> (дата обращения: 15.12.2020).
2. Логинова, А.О. Типология множества событий информационной безопасности // Информационные технологии в науке, бизнесе и образовании. Проблемы обеспечения цифрового суверенитета государства. материалы XII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. - М.: Московский государственный лингвистический университет, 2021. - С. 69-74.
3. Логинова, А.О. Классификация существующих методов выявления инцидентов информационной безопасности / А.О. Логинова // Информационные технологии в науке, бизнесе и образовании: сб. тр. IX Международной науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. - Москва: ФГБОУ ВО МГЛУ, 2017. - С. 40-44.
4. Расторгуев С.П. Информационная война. - М.: Радио и связь, 1998. - 123 с.
5. Loginova, A.O., Aleynikova, D.V. Class allocation of events in an automated information system as the basis for increasing organization's cyber resilience /The Strategies of Modern Science Development: Proceedings of the XXI International scientific-practical conference, October 12-13, 2021, Morrisville, NC, USA, Section "Engineering". Lulu Press, Morrisville, NC, USA.

UDC 056+002:004.056

DEFINING INFORMATION SECURITY EVENTS ATTRIBUTES RELATED TO THE ACTIVITY OF INTERNET BOTS

Loginova A.O.

Moscow state linguistic university, Moscow, The Russian Federation

Tsaregorodtsev A.V. – Dr. Tech. Sc., professor, professor of the Department of Information Security, Vice-rector for Development and Informatization of Moscow State Linguistic University

Annotation. It was examined the impact produced by bots on a performance of Internet mass media. There were defined attributes to classify information security events, possible values of information security event attributes related to bots' acts. The results could be applied to manage information security events taking place on forums, social networks, etc.

Keywords. information security events, information security events attributes, Internet bots, Internet mass media.

ОБНАРУЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Верхов К.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Тонкович И.Н. – канд.хим.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Рассмотрены строение и принципы работы сверточных нейронных сетей. Описаны слои, из которых состоит сверточная нейронная сеть, операции, выполняемые на каждом слое и назначение слоев. Выявлены категории, на которые делятся современные алгоритмы на основе сверточных нейронных сетей, указаны основные различия этих категорий и приведены примеры существующих алгоритмов.

Ключевые слова: компьютерное зрение, обнаружение объектов, машинное обучение, сверточные нейронные сети

Введение. Обнаружение объектов на изображении является актуальной задачей в компьютерном зрении. Учитывая современный тренд на автоматизацию, требуется наличие быстрых и эффективных систем для распознавания объектов [1]. А благодаря росту производительности аппаратного обеспечения и появлению наборов данных большого объема с различными изображениями, алгоритмы компьютерного зрения эффективно решают задачи классификации изображений, обнаружения объектов и сегментирования изображений.

Алгоритмы обнаружения объектов делятся на два вида: основанные на обработке изображения и на сверточных нейронных сетях. Алгоритмы, основанные на сверточных нейронных сетях, практически полностью заменили алгоритмы на основе обработки изображения, по причине того, что они намного точнее и быстрее.

Алгоритмы обнаружения объектов с использованием сверточных нейронных сетей не только являются объектами большого числа научных исследований, но и применяются в различных областях повседневной жизни: определение дыма на видео, системы беспилотного управления автомобилем, системы охранного мониторинга, анализ снимков с беспилотных летательных аппаратов.

В данной статье описаны строение и принцип работы сверточных нейронных сетей, а также рассмотрены алгоритмы, использующие эти сети.

Основная часть. Сверточные нейронные сети в основном состоят из следующих слоев: входного слоя, слоев свертки, активации, субдискретизации, полносвязной нейронной сети [2]. На практике слой свертки и слой активации не разделяют, подразумевая, что после каждой операции свертки результаты обязательно передаются в функцию активации. Слои свертки и полносвязной нейронной сети для своей работы используют не только функцию активации, но и такие параметры как вес и отклонение нейрона. В свою очередь, слой активации и слой субдискретизации используют конкретно заданные функции. Для того, чтобы сверточная нейронная сеть правильно обнаруживала и классифицировала объекты, она обучается на тренировочном наборе данных. Процесс обучения заключается в изменении параметров и весов сверточного слоя и слоя полносвязной нейронной сети.

Слой свертки является основой сверточной нейронной сети – в нем происходит большинство вычислений сети. Свертка значительно снижает сложность обучения модели и уменьшает количество связей и веса параметров, что упрощает ее обучение, по сравнению с обучением полносвязной нейронной сети того же размера. Виды сверток, которые обычно используют в данном слое, следующие: обычная свертка, транспонированная свертка и свертка с разделением по глубине.

В процессе обычной свертки на матрицу свертки поэлементно умножается каждый

пиксель изображения, суммируется и записывается в соответствующую позицию в выходном изображении [3]. В итоге создается изображение меньшего размера, на котором сильнее выделены признаки, присутствующие на исходном изображении. Транспонированная свертка, в отличие от обычной свертки, не уменьшает выходное изображение, а наоборот увеличивает его. Эта операция часто используется для семантического анализа и распознавания изображений. Свертка с дробным шагом создает карту признаков путем уменьшения шага транспонированной свертки, тем самым увеличивая разрешение выходного изображения. Свертка с разделением по глубине, вместо применения свертки для всего изображения, применяет ее для каждого цветового канала отдельно. Использование этой операции помогает снизить количество необходимых расчетов и уменьшить размер итоговой модели.

Слой активации подразумевает под собой передачу результатов свертки в функцию активации. Функция активации помогает нейронной сети узнавать и изучать шаблоны и повторяющиеся признаки в массивах данных, а также определяет, какая информация будет передана на следующий слой сети.

В качестве функций активации обычно используются следующие функции: линейный выпрямитель (*Rectified Linear Unit, ReLU*), линейный выпрямитель с «утечкой» (*Leaky rectified linear unit, Leaky ReLU*), рандомизированный линейный выпрямитель с «утечкой» (*Randomized LeakyReLU, RReLU*), экспоненциальная линейная функция (*Exponential Linear Units, ELU*). В подавляющем большинстве случаев используется функция линейный выпрямитель. Главная задача этой функции – отсечение отрицательной части скалярной величины. Данная функция представляется следующим образом (формула 1) [2]:

$$f(x) = \max(0, x). \quad (1)$$

Слой субдискретизации очень распространен в современных сверточных нейронных сетях. Он располагается между двумя последовательными сверточными слоями и используется для сжатия количества передаваемой на следующий слой информации и параметров. Это помогает избежать переобучения сети. Например, если на вход сверточной нейронной сети подается изображение, то задача слоя субдискретизации в сжатии этого изображения.

Слой субдискретизации значительно уменьшает размер матрицы, тем самым снижая чувствительность сверточного слоя к положению изображения, уменьшая количество параметров на слое полносвязной нейронной сети и ускоряя расчеты.

Алгоритмы обнаружения объектов, как и машинное обучение в целом, в последние годы очень сильно развивались. Популярные на текущий момент алгоритмы обнаружения объектов можно разделить на две категории [2]:

- двухэтапные;
- одноэтапные.

К двухэтапным относятся алгоритмы основанные на разбиении изображения на регионы. Например *R-CNN*, *Fast R-CNN*, *Faster R-CNN* и другие их разновидности [4]. Двухэтапность этих алгоритмов заключается в том, что перед этапом обнаружения и классификации объекта нейросеть должна провести этап анализа изображения и выделения на нем участков с возможным присутствием искомым объектов.

Одноэтапные алгоритмы используют сверточную нейронную сеть для того, чтобы сразу определить местоположение объекта и классифицировать его без дополнительной обработки изображения. К ним, например, относятся алгоритмы *YOLO (You Only Look Once)*, *SSD (Single Shot Multibox Detector)* и их разновидности.

Двухэтапные алгоритмы для выделения регионов изображения, на которых может находится объект, используют дополнительную сверточную нейронную сеть, которая создает карту признаков и на ее основе выделяет подходящие регионы. И только после этого, используя вторую сверточную нейронную сеть. Алгоритм классифицирует и определяет искомые объекты, проходя скользящим окном по выделенным ранее регионам изображения.

Одноэтапные алгоритмы обнаруживают и классифицируют объекты без предварительного выделения возможных регионов. Они сразу создают карту признаков, определяют искомые объекты и уточняют их границы. По сравнению с двухэтапными точность одноэтапных алгоритмов немного ниже, но при этом есть значительные улучшения в скорости работы.

Заключение. Благодаря наличию слоев свертки и субдискретизации, сверточные нейронные сети отлично подходят для обнаружения объектов на изображении. Недостатками являются длительность обучения таких сетей и неидеальная эффективность алгоритмов, использующих эти сети. Для решения этих проблем можно выделить несколько направлений развития алгоритмов с использованием сверточных нейронных сетей:

1 Автоматизированное обнаружение объектов. Для обучения нейросетям требуется тренировочный набор данных, в котором для каждого изображения указано, какой именно объект на нем изображен. Создание технологии, которая бы позволяла алгоритмам обнаружения объектов автоматически определять объект на изображении, значительно упростит создание обучающих наборов данных и уменьшит время, необходимое для обучения модели.

2 Создание алгоритма, который включал бы в себя преимущества как одноэтапных алгоритмов, так и двухэтапных.

3 Разработка эффективной нейронной сети для выделения признаков.

4 Применение созданных генеративно-состязательной сетью изображений для обучения нейронных сетей, используемых в алгоритмах обнаружения объектов. Использование в обучающей выборке естественных и синтезированных изображений поможет сделать алгоритм более надежным и точным.

Список литературы

1. Верхов, К.А. Обнаружение объектов на изображении с использованием машинного обучения / К.А. Верхов // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXV Юбилейной Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов; Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2020 – С. 226-227.

2. Overview of Object Detection Algorithms Using Convolutional Neural Networks / J.Ren, Y.Wang // Journal of Computer and Communications. – 2022. – Vol. 10, N 1. – Pp. 115–132.

3. Верхов, К.А. Методы обнаружения объектов на изображении / К.А. Верхов // Электронные системы и технологии: сборник материалов 57-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радио-электроники», Минск, 19–23 апреля 2021 г. / редкол.: Д.В. Лихачевский [и др.]. – Минск: БГУИР, 2021. – С. 538-540.

4. Верхов, К.А. Обнаружение объектов на изображении с помощью метода Regional Proposal Network / К.А. Верхов // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXVI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов; Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2021 – С. 213-214.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

DETECTION OF OBJECTS IN THE IMAGE USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS

Verkhov K.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Tonkovich I.N. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The structure and principles of operation of convolutional neural networks are considered. The layers that make up the convolutional neural network, the operations performed on each layer and the purpose of the layers are described. The categories into which modern algorithms based on convolutional neural networks are divided are identified, the main differences between these categories are indicated, and examples of existing algorithms are given.

Keywords. computer vision, object detection, machine learning, convolutional neural networks

УДК 621.396.6

ОЦЕНКА НАДЁЖНОСТИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ С УЧЁТОМ ЦИКЛИЧЕСКОГО РЕЖИМА ИХ РАБОТЫ В СОСТАВЕ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Бондарев В.Н.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Боровиков С.М. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Предлагается усовершенствованная модель прогнозирования эксплуатационной надёжности печатных плат электронных устройств. Суть усовершенствования ранее используемой модели прогнозирования заключается в дополнении её множителем, учитывающим циклический режим работы печатной платы в составе электронного устройства.

Ключевые слова: электронное устройство, циклический режим работы, печатная плата, эксплуатационная надёжность, модель надёжности.

Введение. В настоящее время в любых электронных устройствах имеются модули, выполненные с использованием печатного монтажа (печатных плат). В большинстве случаев электронные устройства и печатные платы в их составе используются в циклическом режиме работы. Этот режим характеризуется тем, что после включения и применения по назначению в течение некоторого времени электронное устройство выключается, и находится в режиме ожидания перед следующим включением и применением. При включении электронного устройства повышается температура как самих элементов, так и температура воздуха внутри электронного устройства из-за прохождения электрического тока через электрические и электронные элементы. Повышается также и температура конструктивных частей печатной платы (диэлектрического основания, печатных проводников и паяных соединений). После выключения электронного устройства температура электрических и электронных элементов, а также конструктивных частей печатной платы уменьшается, постепенно принимая значение температуры окружающей среды. Изменение температуры печатной платы, ввиду циклического режима работы электронных устройств, приводит к появлению термомеханических напряжений в конструктивных частях печатной платы [1, с. 106], что изменяет зазоры между проводниками и может вызвать отслоение проводящих печатных дорожек платы, привести к деформации диэлектрического основания, печатных проводников, паяных соединений. Всё это в конечном итоге может привести к изменению их электрических свойств [1, с. 37] и отказу печатной платы и электронного устройства в целом.

При хранении электронного устройства (ожидании перед следующим включением) термомеханические напряжения в конструктивных частях печатной платы также появляются, поскольку во многих случаях имеет место перепад между дневной и ночной температурами, особенно в неотапливаемых помещениях. Уровень этих термомеханических напряжений ниже, нежели при включении, применении и последующем выключении электронного устройства, но также может привести к изменению электрических свойств и отказу конструктивных частей печатной платы.

Основная часть. Для получения более достоверной оценки эксплуатационной надёжности печатной платы следует учесть циклический режим её работы в составе электронного устройства и обусловленные этим режимом работы отличия средних температур печатной платы в разных рабочих этапах. Например, для электронного устройства производственного назначения средняя температура печатной платы, после первого включения утром (и отключения при окончании работы), может заметно отличаться от

средней температуры печатной платы после включения электронного устройства во вторую производственную смену.

На основе анализа технической литературы и справочников по расчёту надёжности электрорадиоизделий и электронного оборудования [2-6] установлено, что модель надёжности, приводимая в справочнике *RDF 2000* [5], наиболее полно учитывает конструкторско-технологические особенности печатных плат. Однако эта модель не принимает во внимание циклический режим работы печатной платы в составе электронного устройства и, кроме того, она приведена для случая использования печатной платы в телекоммуникационном и компьютерном оборудовании гражданских самолётов. В работах [7, 8] модель прогнозирования надёжности печатных плат скорректирована применительно к аппаратуре разных категорий и групп электронной аппаратуры (стационарной, переносной и др. в случае наземной аппаратуры). Для учёта циклического режима работы печатной платы в составе электронного устройства предложено ввести в математическую формулу модели прогнозирования надёжности дополнительный сомножитель (аналогично, как это сделано в [5, с. 66] для плёночных резисторов). Скорректированная (с учётом введённого сомножителя) модель прогнозирования эксплуатационной надёжности печатной платы может быть представлена в виде:

$$\lambda_{э,ПП} = \left\{ \left[1,11 \cdot 10^{-3} K_{э} K_{П} \cdot \left[\varphi(S, l, N_{\Sigma}, N_{пр}, b) \right] + \sum \lambda_{соед} \right] \times \left\{ F_t \left[\tau_{вкл}, \tau_{выкл}, \tau_i, (K_t)_i \right] \right\} \times F_{Т-ц} \cdot 10^{-9}, 1/ч. \quad (1)$$

Пояснение параметров и функций модели (1) приводится в таблице 1.

Таблица 1 – Пояснение параметров модели (1)

Обозначение параметра	Пояснение, смысл параметра
$K_{э}$	Коэффициент эксплуатации, учитывающий степень жёсткости условий эксплуатации, кроме температуры
$K_{П}$	Коэффициент приёмки, учитывающий степень жёсткости требований к контролю качества и правила приёмки печатных плат и соединений (паек) в условиях производства
$\varphi(S, l, N_{\Sigma}, N_{пр}, b)$	Сомножитель (функция), определяемый в зависимости от следующих конструкторско-технологических параметров печатной платы: S - площадь печатной платы (в см ²); l - количество слоёв в печатной плате; N_{Σ} - общее количество отверстий в печатной плате (монтажных и переходных); $N_{пр}$ - количество печатных проводников; b - преобладающая ширина проводящих дорожек (печатных проводников)
$\sum \lambda_{соед}$	Сумма интенсивностей отказов соединений (точек паяк монтажных соединений и металлизированных отверстий, других способов соединения)
$F_t \left[\tau_{вкл}, \tau_{выкл}, \tau_i, (K_t)_i \right]$	Введённый сомножитель (функция), учитывающий циклический режим работы печатной платы в составе электронного устройства и, следовательно, разные значения средней температуры печатной платы в i -х рабочих этапах
$F_{Т-ц}$	Сомножитель, учитывающий влияние на надёжность термомеханических напряжений, возникающих в конструктивных частях печатной платы при изменении температуры в рабочих этапах (с электрическим питанием) и этапах бездействия с отсутствием электрического питания (ожидание, хранение); формула расчёта сомножителя приведена в [5, с. 22]

Сомножитель, учитывающий циклический режим работы печатной платы в составе электронного устройства, используемый в качестве дополнения к математическому виду модели, приводимой в [5], определяется выражением:

$$F_t \left[\tau_{вкл}, \tau_{выкл}, \tau_i, (K_t)_i \right] = \frac{\sum_{i=1}^m (K_t)_i \cdot \tau_i}{\tau_{вкл} + \tau_{выкл}}. \quad (2)$$

Пояснение параметров, используемых для выполнения расчёта по выражению (2):

$(K_i)_i$ – коэффициент, учитывающий среднюю температуру печатной платы для i -го рабочего этапа;

τ_i – годовая доля времени для печатной платы в постоянном режиме работы с электрическим питанием и температурой ($t_{окр.i} + \Delta t_{в.i}$);

$t_{окр.i}$ – средняя температура наружного воздуха вокруг электронного устройства для i -го рабочего этапа;

$\Delta t_{в.i}$ – средний перегрев воздуха вблизи печатной платы (рядом с элементами) относительно температуры $t_{окр.i}$ для i -го рабочего этапа;

m – число этапов работы (наработки) для печатной платы с разными значениями температуры окружающей среды $t_{окр.i}$;

$\tau_{вкл}$ – общая годовая доля времени для печатной платы в рабочем режиме;

$\tau_{выкл}$ – общая годовая доля времени для печатной платы в нерабочем режиме (бездействия, хранения, ожидания).

Заключение. Включённая в справочник *RDF 2000* [5] модель прогнозирования эксплуатационной надёжности печатной платы усовершенствована путём включения в неё сомножителя, учитывающего циклический режим работы печатной платы в составе электронного устройства. Новая модель позволяет получать более достоверные результаты об эксплуатационной надёжности печатных плат, поскольку сомножитель принимает во внимание как продолжительность (годовую долю) работы в каждом рабочем этапе (с электрическим питанием), так и среднюю температуру печатной платы в этих рабочих этапах.

Список литературы

1. Медведев, А. М. Надёжность и контроль качества печатного монтажа. – М. : Радио и связь, 1986. – 216 с.
2. Боровиков, С. М. Расчёт показателей надёжности радиоэлектронных средств : учеб.-метод. пособие / С. М. Боровиков, И. Н. Цыбельчук, Ф. Д. Троян ; под ред. С. М. Боровикова. – Минск : БГУИР, 2010. – 68 с.
3. Прытков, С. Ф. Надёжность электрорадиоизделий : справочник / С. Ф. Прытков, В. М. Горбачева, А. А. Борисов. – М. : ФГУП «22 ЦНИИИ МО РФ», 2008. – 641 с.
4. Reliability prediction of electronic equipment : Military Handbook MIL-HDBK-217F, Notice 2. – Washington : Department of defense DC 20301, 1995. – 205 p.
5. A universal model for reliability prediction of Electronics components, PCBs and equipment. *RDF 2000 : reliability data handbook*. – Paris : UTE C 80-810, 2000. – 99 p.
6. Бондарев, В. Н. Модель прогнозирования эксплуатационной надёжности печатных плат электронных устройств защиты информации / В. Н. Бондарев // Технические средства защиты информации : тез. докл. XIX Белорусско-российской научно-технической конференции (Республика Беларусь, Минск, 8 июня 2021 года) / редкол. : Т. В. Борботко [и др.]. – Минск : БГУИР, 2021. – С. 22-23.
7. Боровиков, С. М. Модель прогнозирования эксплуатационной надёжности печатных плат с учётом цикличности работы и температурных режимов эксплуатации / С. М. Боровиков, В. Н. Бондарев // *GLOBUS : технические науки*. – 2021. – № 4 (40). – С. 17-23.
8. Боровиков, С. М. Прогнозирование эксплуатационной надёжности печатных плат электронного контрольно-измерительного оборудования систем телекоммуникаций / С. М. Боровиков, А. В. Будник, В. Н. Бондарев // Современные средства связи : материалы XXVI Международной научно-технической конференции, Минск, 21–22 октября 2021 г. – Минск : БГАС, 2021. – С. 241-243.

UDC 621.396.6

ASSESSMENT OF THE RELIABILITY OF THE PRINTED BOARDS TAKING INTO ACCOUNT THE CYCLIC MODE OF THEIR OPERATION IN THE ELECTRONIC DEVICES

Bondarev V.N.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Borovikov S.M. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. An improved model for predicting the operational reliability of printed circuit boards of electronic devices is proposed. The essence of improving the previously used prediction model is to supplement it with a factor that takes into account the cyclic mode of operation of the printed circuit board as part of an electronic device.

Keywords: electronic device, cyclic operation, printed circuit board, operational reliability, reliability model.

НЕЙРОСЕТЕВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗАВИСИМОСТИ ЦВЕТОВ ФОТОГРАФИЙ ПРОФИЛЯ В СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ И КОЛИЧЕСТВА ОТМЕТОК «НРАВИТСЯ»

Шарилова А. О.

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,
г. Пермь, Российская Федерация

Научный руководитель: Шестакова Л. В. – канд. физ.-мат. наук., доцент кафедры информационных технологий в бизнесе

Аннотация. В статье рассмотрена степень текущей разработанности темы продвижения профилей в социальной сети с помощью алгоритмов машинного обучения. Также описано получение и подготовка данных для обучения нейронной сети, проведено её обучение, проверено качество обучения сети. После этого выявляется закономерность, имеющее практическое значение, а также представлен прогноз нейронной сети количества отметок «нравится» для нескольких новых фотографий.

Ключевые слова: искусственный интеллект, нейронная сеть, социальные сети, продвижение, анализ фотографий.

Введение. В современном мире трудно представить существование малого бизнеса без присутствия в сети Интернет, в социальных сетях. В частности, как показало исследование Крыловой Д. С., малый и средний бизнес всё чаще выбирает в качестве канала коммуникации с целевой аудиторией, а также в качестве способа продвижения социальные сети. И в том числе этим обуславливается рост компаний [1].

Однако одного присутствия в социальных сетях недостаточно для роста бизнеса. Представители малого бизнеса, индивидуальные предприниматели вынуждены или нанимать специалиста по продвижению в социальных сетях, или изучать этот вопрос сами.

В последнем случае предпринимателям будет полезно иметь основу для своего продвижения. В частности, иметь результаты анализа собственного профиля для того, чтобы сделать выводы для последующих публикаций. Данное исследование сконцентрировано на анализе визуальной составляющей профилей социальной сети «ВКонтакте» – фотографий. В работе будет оценена зависимость между цветами фотографий и количеством у них отметок «нравится».

Предполагается обучение модели на наборе фотографий, выявление наиболее удачного для фотографий цвета, а также оценка количества отметок «нравится» у фотографий, не вошедших в обучающее и валидирующее множества.

Основная часть. Как было сказано выше, данное исследование заключаться в анализе фотографий профилей представителей малого бизнеса «ВКонтакте». Для получения этой информации было использовано *API (application programming interface)* «ВКонтакте». Далее для определения цветов фотографий были использованы возможности *Azure Cognitive Services* Компьютерное зрение. После этого необходимо было сформировать таблицу из полученных результатов, для этого была использована библиотека *pandas* языка *python*. Далее каждый цвет фотографии был вынесен в отдельный столбец и закодирован методом *One-Hot Encoding*. Полученная таблица была выгружена в *csv* файл.

Полученный набор данных содержал около 1100 строк и был разделён на обучающую, валидационную и тестовую выборки.

Для построения модели были получены следующие параметры: X1 – чёрный цвет; X2 – синий цвет; X3 – коричневый цвет; X4 – зелёный цвет; X5 – серый цвет; X6 – оранжевый цвет; X7 – розовый цвет; X8 – фиолетовый цвет; X9 – красный цвет; X10 – сине-зелёный цвет; X11 – белый цвет; X12 – жёлтый цвет. Выходной параметр – количество отметок «нравится».

Проектирование, обучение, тестирование нейронной сети выполнялись с помощью программы «Нейросимулятор 5» [2] по методике [3]. В результате оптимизации спроектированная нейронная сеть представляла собой персептрон, который имеет двенадцать входных нейронов, один выходной и один скрытый слой с 38 нейронами на нём.

Для оценки корректной работы спроектированной нейронной сети использовалось тестирующее множество, состоящее из 58 примеров. Средняя относительная ошибка тестирования составила 35%, что не является приемлемым результатом даже для данных из социальной сети. Следовательно, требуется либо доработка модели, либо чистка исходного набора данных поиск выбросов в нём.

При детальном рассмотрении исходного набора данных оказалось, что в нём присутствуют «противоречащие» примеры, связанные с особенностью социальной сети. В частности, очень похожие фотографии из одной серии, имеющие одинаковые цвета отмечены разным количеством «лайков» (рисунок 1).

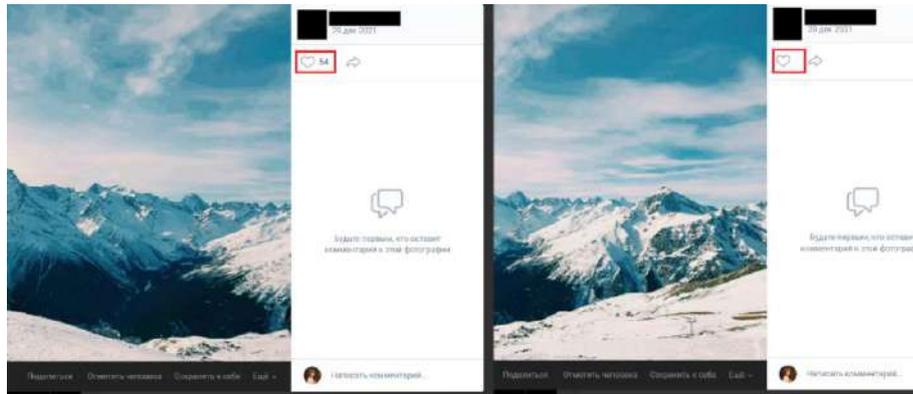


Рисунок 1 – Почти одинаковые фотографии с разным количеством «лайков»

После выявления таких «дубликатов» из всех множеств были удалены примеры с нулевым количеством отметок «нравится». Также было решено немного упростить сеть уменьшив количество нейронов на скрытом слое до 13 и установить линейную активационную функцию выходного слоя.

Была построена гистограмма, демонстрирующая разницу между фактическим и прогнозируемым нейросетью количеством отметок «нравится» (рисунок 2). Средняя относительная ошибка тестирования составила 27,8%. Расчёт среднеквадратичной ошибки в нейросимуляторе производится с помощью следующей формулы:

$$E = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N (d_n - y_n)^2}{N}}}{|\max(d_n) - \min(d_n)|} 100\% , \quad (1)$$

где N - количество элементов выборки,

d_n - фактическое значение моделируемой переменной,

y_n – значение переменной, вычисленное с помощью нейронной сети.

Данная средняя квадратичная относительная ошибка тестирования нейронной сети является допустимой для данных, собранных вручную из социальной сети.

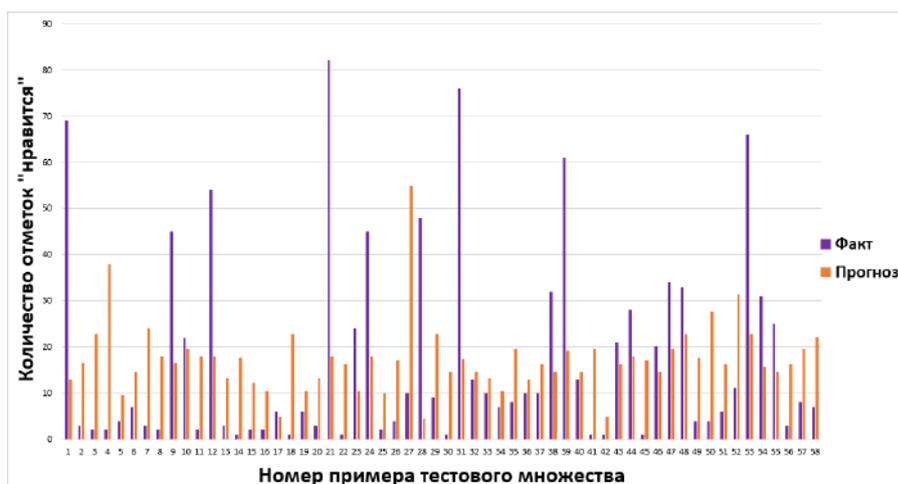


Рисунок 2 – Результат тестирования нейронной сети

Присмотревшись к полученному графику, можно заметить, что присутствуют отклонения в предсказаниях нейронной сети. Это подтверждается и коэффициентом детерминации, который оказался меньше 0,3. В будущем планируется уменьшение таких отклонений с более глубокой работой с исходными данными для обучения нейронной сети. Например, планируется строить отдельные модели для отдельных профилей. Так как у каждого профиля своя аудитория и предпочтения, соответственно есть основания для проектирования и обучения сети на фотографиях конкретного пользователя.

Оценка значимости входных параметров была выполнена с помощью программы «Нейросимулятор 5». Была оценена значимость на обучающем и на тестовом множествах, далее был вычислен средний результат. Оказалось, наиболее значимым цветом на фотографиях является жёлтый. Теперь необходимо понять положительно ли влияет наличие жёлтого цвета на фотографии или отрицательно.

Для этого был применён метод сценарного прогнозирования [4-8]. Необходимо было рассмотреть ранее неопубликованные фотографии, которые не входили в обучающее, тестовое и валидирующее множества (рисунок 3).

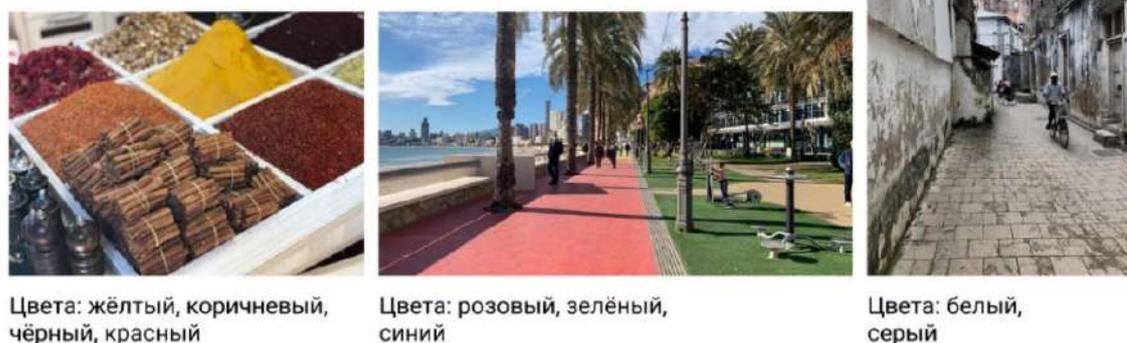


Рисунок 3 – Фотографии и их цвета для прогноза

В Нейросимулятор были внесены следующие записи для прогноза с ожидаемым результатом (таблица 1).

Записи были занесены в Нейросимулятор и были построены прогнозы отметок «нравится». Как оказалось, ожидаемые результаты полностью совпали с прогнозом Нейросимулятора. Жёлтый цвет действительно определяет высокое количество отметок «нравится» у первой фотографии и его присутствие может повысить количество «лайков» второй и третьей фотографии на более чем 50%. Получается, что яркие фотографии с

присутствием жёлтого цвета самые выигрышные для публикации на странице в социальной сети. Это может быть объяснено тем, что психологически жёлтый цвет у людей ассоциируется с солнцем, радостью.

Таблица 1 – Цвета фотографий для прогноза и ожидаемый результат

Фото	Цвета	Ожидаемый результат
1	Жёлтый, коричневый, чёрный, красный	Высокое количество «лайков»
1	Коричневый, чёрный, красный	Количество «лайков» ниже, чем в первом случае
2	Розовый, зелёный, синий	Низкое количество «лайков»
2	Розовый, зелёный, синий, жёлтый	Количество «лайков» выше, чем в первом случае
3	Белый, серый	Низкое количество «лайков»
3	Белый, серый, жёлтый	Количество «лайков» выше, чем в первом случае

Заключение. В рамках данной работы была построена система нейросетевого прогнозирования количества отметок «нравится» для цветов фотографий профиля социальной сети. Спроектированная нейросетевая модель учитывает 12 цветов: чёрный, синий, коричневый, зелёный, серый, оранжевый, розовый, фиолетовый, красный, сине-зелёный, белый и жёлтый цвета. Оказалось, что наиболее всего на высокое количество «лайков» влияет присутствие жёлтого цвета на фотографиях.

Список литературы

1. Крылова Дарья Сергеевна Влияние социальных сетей на рост компаний малого и среднего бизнеса // Стратегии бизнеса. 2017
2. Черепанов Ф.М., Ясницкий Л.Н. Нейросимулятор 4.0. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RUS 2014612546. Заявка № 2014610341 от 15.01.2014.
3. Ясницкий Л.Н. Введение в искусственный интеллект. М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 176 с.
4. Ясницкий Л.Н., Павлов И.В., Черепанов Ф.М. Прогнозирование результатов олимпийских игр 2014 года в неофициальном командном зачете методами искусственного интеллекта // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. С. 985.
5. Ясницкий Л.Н., Утконова О.В. Прогноз результатов олимпиады-2014 в мужском одиночном фигурном катании методами искусственного интеллекта // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 1. С. 189.
6. Ясницкий Л.Н., Кировова А.В., Ратегова А.В., Черепанов Ф.М. Прогноз результатов чемпионата мира-2015 по легкой атлетике методами искусственного интеллекта // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 4. С. 624.
7. Ясницкий Л.Н. Введение в искусственный интеллект. М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 176 с.

UDC 004.032.26

NEURAL NETWORK SYSTEM FOR ASSESSING THE DEPENDENCE OF THE COLORS OF A PROFILE PHOTOS IN A SOCIAL NETWORK AND THE NUMBER OF LIKES

Sharipova A. O.

National Research University Higher School of Economics, Perm, Russian Federation

Shestakova L.V. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ITIB

Annotation. The article considers the degree of current development of promoting profiles in a social network using machine learning algorithms. It also describes the acquisition and preparation of data for training a neural network and how its training was carried out. Then, the quality of network training was checked. After that, a pattern of practical importance is revealed, and a neural network forecast of the number of “likes” for several new photos is also presented.

Keywords: artificial intelligence, neural network, social networks, promotion, photo analysis.

МЕТОДИКА ДЕКОДИРОВАНИЯ НЕСКОЛЬКИХ ОДНОМЕРНЫХ ШТРИХ-КОДОВ НА ФОТОГРАФИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИБЛИОТЕКИ *pyzbar*

Стремоус М.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Горбач А.П. – магистр техн. наук, старший преподаватель кафедры ПИКС

Аннотация. Разработана программа для декодирования нескольких одномерных штрих-кодов на фотографиях и с веб-камеры на языке программирования Python с использованием библиотеки *pyzbar*.

Ключевые слова: Python, *pyzbar*, штрих-код, декодирование

Введение. Декодирование штрих-кодов используется повсеместно благодаря своей простоте и бюджетности при идентификации товаров. Большинство существующих программ обеспечивает декодирование узкого круга местных стандартов штрих-кодов, а также не позволяет декодировать более одного штрих-кода за один раз. Поэтому целью была поставлена разработка программы декодирования нескольких штрих-кодов, которые относятся к разным популярным стандартам.

Основная часть. В соответствии с целью работы поставлены следующие задачи:

- проанализировать различные принципы поиска штрихкода на изображении/видеокадре
- проанализировать возможности библиотеки *pyzbar*
- реализовать программу с интуитивно понятным интерфейсом взаимодействия с пользователем с возможностью декодирования различных стандартов штрих-кодов с изображения и веб-камеры

Разработка производилась на мультипарадигмальном языке общего назначения Python, который обладает динамической строгой типизацией и автоматическим управлением памятью и ориентирован на обеспечение переносимости написанных программ. Декодирование осуществлялось с использованием средств библиотеки *pyzbar*.

Диаграмма последовательности реализованной программы представлена на рисунке 1.

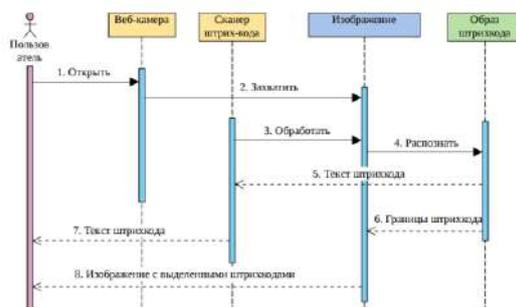


Рисунок 1 – Диаграмма последовательности

При разработке программы была реализована возможность декодирования нескольких штрих-кодов на одном изображении/видеокадре. В начале работы пользователю предоставляется выбор: декодировать с веб-камеры, либо с изображения, которое хранится на жёстком диске. При декодировании с веб-камеры: в течение 30 секунд происходит попытка декодирования каждого видеокадра и в случае успеха видеокадр захватывается, веб-камера закрывается. Выводится результат в виде данных декодированных штрих-кодов с указанием их стандартов. При декодировании изображения результат отображается, как и при

декодировании видеокadra. Если попытка декодирования была безуспешной (плохое качество изображения, отсутствие штрих-кода), то выводится соответствующее сообщение о невозможности декодирования.

При успешном декодировании у пользователя появляется возможность просмотреть результат на самом изображении/видеокадре. На изображении/видеокадре отрисовываются границы декодированных штрих-кодов.

Отрисовка границ штрих-кодов организована следующим образом: в объекте декодированного штрих-кода содержатся полигоны, по которым произошло успешное декодирование. По данным полигонам на изображении непосредственно рисуется многоугольник, который содержит декодированный штрих-код. В программе данный алгоритм реализован в функции *draw_barcode* и выглядит следующим образом:

Пример успешного декодирования нескольких штрих-кодов представлен на рисунке 2:



Рисунок 2 – Графический пользовательский интерфейс приложения

Заключение. Разработанная программа предоставляет пользователю функции декодирования сразу нескольких штрихкодов с изображения без учёта их геометрического положения. Также учтена возможность декодирования штрихкода с веб-камеры. Данная программа позволяет не только в интуитивно понятном интерфейсе получить данные, которые закодированы в том или ином штрих-коде, но и визуальнo рассмотреть на исходном изображении границы штрих-кода, которые были обнаружены и использованы для декодирования.

Список литературы

1. Документация Python [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.python.org/doc/> – Дата доступа: 15.12.2021.
2. Python. Pyzbar 0.1.9 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pypi.org/project/pyzbar/> – Дата доступа: 15.12.2021.
3. Основные понятия штрихового кодирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studwood.net/875671/marketing/osnovnye_ponyatiya_shtrihovogo_kodirovaniya – Дата доступа: 13.12.2021.
4. Стандарты одномерных линейных штрихкоды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cognex.com/ru-ru/resources/symbologies/1-d-linear-barcodes> – Дата доступа: 13.12.2021.

UDC 004.624

METHODOLOGY OF DECODING MULTIPLE ONE-DIMENSIONAL BARCODES ON PHOTOS USING THE PYZBAR LIBRARY

Stremous M.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Gorbach A.P. – master of technical sciences, assistant professor of the department of ICSD

Annotation. A program has been developed for decoding several one-dimensional barcodes in photographs and from a webcam in the Python programming language using the pyzbar library.

Keywords. Python, pyzbar, barcode, decoding

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОМЕРНЫХ МАССИВОВ

Игнатович И.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Беларусь*

Научный руководитель: Ролич О.Ч. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Экспериментально исследована закономерность коротких сигналов с сигналами эталонами. Установлено, что с увеличением длины коротких сигналов средняя корреляция на всех участках эталонного сигнала будет изменяться в виде убывающей кривой, - выявилась зависимость в виде экспоненты.

Ключевые слова: цифровая обработка сигналов, корреляционная функция, знаковая корреляция.

Введение. Цифровая обработка сигналов является важным и перспективным направлением развития современной науки и техники. Под цифровой обработкой сигналов понимается совокупность методов и алгоритмов обработки сигналов средствами вычислительной техники.

В научных исследованиях часто возникает необходимость в нахождении связи между цифровыми сигналами. Наиболее точные результаты получаются с использованием корреляционного анализа, как метода обработки статистических данных, заключающегося в вычислении коэффициентов корреляции между переменными [1].

В данной статье исследована зависимость тесноты связи между двумя сигналами от длины контейнера.

Основная часть. Задачей исследования является определение корреляционной зависимости сигнала-контейнера с линейно увеличивающейся длиной и эталонного сигнала.

В качестве основного сигнала выбрана числовая последовательность с нормальным законом распределения. Её фрагмент с параметрами математического ожидания, равным нулю, и среднеквадратичным отклонением, равным 0.1, представлен на рисунке 1.

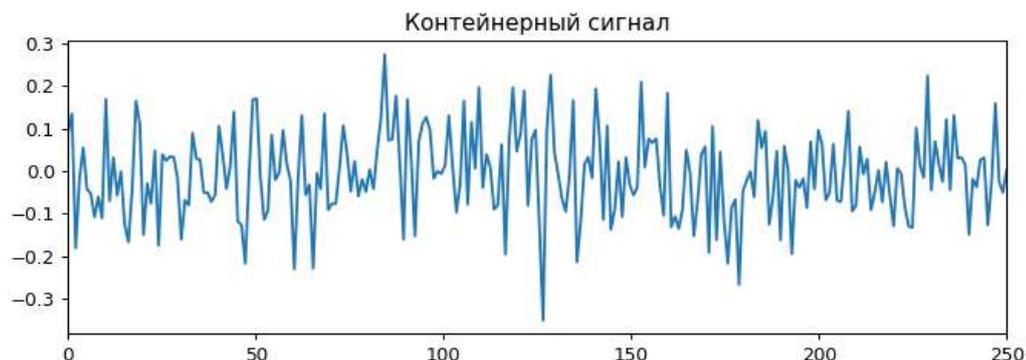


Рисунок 1 – Фрагмент числовой последовательности с нормальным распределением

В исследовании корреляционной зависимости использовался коэффициент знаковой корреляции Фехнера. Он основан на оценке степени согласованности направлений отклонений индивидуальных значений факторного и результативного признаков от соответствующих средних. Для его расчета вычисляются средние значения результативного и факторного признаков, а затем проставляются знаки отклонений для всех значений взаимосвязанных пар признаков [2]:

$$K_{\Phi} = \frac{n_a - n_b}{n_a + n_b}, \quad (1)$$

где n_a – количество совпадений знаков,
 n_b – количество несовпадений знаков.

Необходимо отметить, что коэффициент корреляции Фехнера не является достаточно строгим критерием, поэтому его можно использовать лишь на начальном этапе обработки данных и для формулировки предварительных выводов.

При поиске закономерности выборки из сигнала контейнера с соответствующим эталонным сигналом и автоматизации корреляционных исследований разработана программа, в которой реализована возможность выбора вида сигнала и построения корреляционных функций

Для контейнера в виде числовой последовательности с нормальным распределением длина эталонов как коротких числовых фрагментов, также подчиняющихся нормальному закону, увеличивалась. Изменение корреляции по отношению к длине эталонного сигнала представлено на рисунке 2.

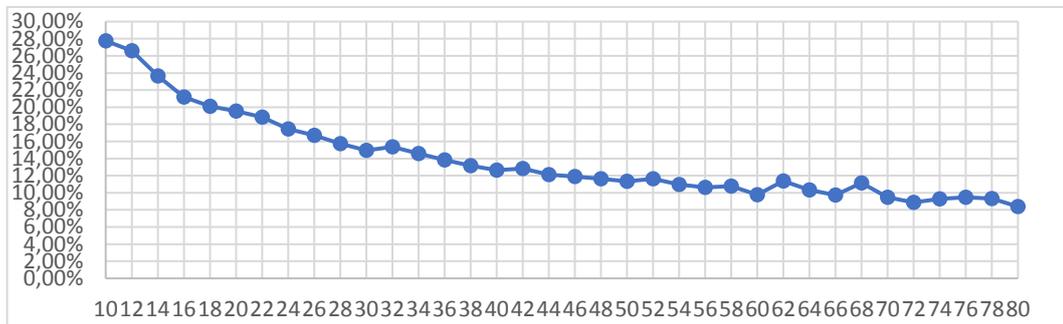


Рисунок 2 – График зависимости корреляции от размера сигнала

Заключение. Разработанная программа корреляционного анализа одномерных числовых массивов, помогает определить существование закономерностей в сигналах-контейнерах. Благодаря анализу выявлена обратная зависимость между корреляцией и длиной эталона, причем убывание экспоненциальное.

Список литературы

1. Корреляционный анализ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fb.ru/article/341341/metod-korrelyatsionnogo-analiza-primer-korrelyatsionnyu-analiz---eto?ysclid=11g9yrmzbo> = Корреляционный анализ – Дата доступа: 12.12.2021
2. Коэффициент корреляции Фехнера [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/5855743/page:27/>. – Дата доступа: 15.10.2021

UDC 303.447

CORRELARION ANALYSIS OF ONE-DIMENSIONAL ARRAYS

Ignatovich I.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Rolich O.Ch. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The regularity of short signals with reference signals is experimentally investigated. It was found that with an increase in the length of short signals, the average correlation in all sections of the reference signal will change in the form of a decreasing curve - the dependence in the form of an exponent was revealed.

Keywords: digital signal processing, correlation function, sign correlation.

ТЕХНОЛОГИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ КОМПЬЮТЕРНЫМ АТАКАМ НА ИНФОРМАЦИОННО- ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Волков С.Д.

*Московский государственный лингвистический университет,
г. Москва, Российская Федерация*

Научный руководитель: Царегородцев А.В. – д-р техн.наук, профессор, профессор кафедры международной информационной безопасности Института информационных наук ФГБОУ ВО МГЛУ, проректор по развитию и информатизации ФГБОУ ВО МГЛУ

Аннотация. В статье предлагается технология организации противодействия компьютерным атакам на информационно-телекоммуникационные системы на базе технологии облачных вычислений, для чего рассматривается типовой порядок действий нарушителя по реализации компьютерной атаки. В целях определения противодействия компьютерным атакам формулируются принцип разработки подходов и моделей к выявлению и противодействия компьютерным атакам. На его основе предлагается способ оценки устойчивости систем в условиях реализации компьютерных атак. Предложенная технология организации противодействия позволяет обеспечить динамический мониторинг состояния системы на основе выявления сценариев развития компьютерных атак.

Ключевые слова: информационная безопасность, облачные вычисления, компьютерные атаки.

Введение. Мировое сообщество каждый день сталкивается с новыми вызовами в киберпространстве. Угрозы кибербезопасности могут исходить от самых различных лиц и групп. Это могут быть лица, которые проводят атаки ради развлечения, а могут быть крупные группировки с распределенной сетью (организованная преступность), которые действуют с целью получения выгоды. Обнаружение на ранней стадии развития атаки позволит предотвратить нанесение крупного ущерба организации.

Вместе с этим, в настоящее время наблюдается повышенный спрос на информационные продукты и услуги, интегрирующие в своей базе технологию облачных вычислений.

ГОСТ ИСО/МЭК 17788-2016 дает следующую формулировку технологии облачных вычислений: «облачные вычисления – парадигма для предоставления возможности сетевого доступа к масштабируемому и эластичному пулу общих физических или виртуальных ресурсов с предоставлением самообслуживания и администрированием по требованию» [8].

По данным *IDC* и *Gartner*, с 2016 года рынок облачных сервисов вырос более чем вдвое. Это подчеркивает растущую зависимость от облачной инфраструктуры и платформ, используемых организациями. По данным 2020 года, в 2019 году объем отрасли облачных вычислений в денежном выражении составил \$233,4 млрд. Это на четверть (26 %) больше по сравнению с результатом за 2018-й, когда доход равнялся \$185,2 млрд. [2].

Кроме того, на фоне пандемии новой коронавирусной инфекции *COVID-19* в 2020 году, многие компании оказались ограничены в финансовых ресурсах, в результате чего были вынуждены решать проблему оптимизации затрат [3]. Использование облачных сервисов стало для них прекрасным решением проблемы: приобретая облачные сервисы, нет нужды тратить большие средства на создание собственных центров обработки данных, лицензионное программное обеспечение и квалифицированный персонал. Однако данное преимущество, при всем его удобстве, приводит к возникновению новых актуальных угроз информационной безопасности, связанных, прежде всего, с уменьшением возможности контроля процессов обработки информации, а также с динамичностью модели предоставления ресурсов [4]. Таким образом, при внедрении и переходе на использование облачных вычислений возникает

противоречие между увеличением эффективности основных производственных процессов в организации, с одной стороны, и возникновением новых угроз информационной безопасности – с другой. Реализация угроз информационной безопасности – компьютерных атак, приводит к финансовым и репутационным потерям для любой организации. Именно поэтому организация противодействия компьютерным атакам является первостепенной задачей при построении системы защиты информации как в организации-поставщике облачных сервисов, так и в организации-потребителе.

Технология облачных вычислений несмотря на то, что считается дальнейшим развитием технологии распределенных («грид») вычислений, имеет существенные особенности.

Технология распределенных («грид») вычислений представляет собой вычислительную архитектуру, в которой вычислительные ресурсы используются в совместной модели для параллельной обработки процессов, направленных на решение одной конкретной задачи или определенного блока задач. При этом каждый вычислительный ресурс является общим для всех элементов модели в сети и позволяет равноправно использовать всю доступную вычислительную мощность.

По словам автора термина «грид вычисления», Яна Фостера, эволюция технологии облачных вычислений заключается в том, что вместо предоставления «сырых» вычислительных ресурсов и ресурсов хранения, эта технология предоставляет ресурсы в виде сервисов.

Модель облачных вычислений включает в себя пять основных характеристик, три модели сервиса и четыре модели развёртывания [1, 8].

Во-первых, облачные вычисления подразумевают самообслуживание «по-требованию». Потребители могут в одностороннем порядке получить вычислительные ресурсы (такие как процессорное время или сетевое хранилище) когда это требуется автоматически без необходимости взаимодействия с каждым сетевым провайдером.

Во-вторых, вычислительные ресурсы доступны повсюду в сети, доступ осуществляется при помощи стандартных механизмов, которые содействуют использованию разнородных тонких и толстых клиентских платформ (например, мобильные телефоны, планшетные и настольные компьютеры, ноутбуки).

В-третьих, вычислительные ресурсы провайдера объединяются для обслуживания множества потребителей, используя многопользовательскую модель с различными физическими и виртуальными ресурсами, назначаемыми и переназначаемыми динамически в зависимости от запросов потребителя. Складывается ощущение физической независимости, в котором потребители, главным образом, не контролируют или не знают о настоящем местоположении предоставляемых ресурсов, но местоположение может быть указано на высоком уровне абстракции (например, страна, штат или центр обработки данных). Примеры таких ресурсов включают хранилища данных, процессорное время, память и пропускную способность сети.

В-четвертых, вычислительные ресурсы могут быть динамически выделены, переданы и освобождены автоматически, в соответствии с требованиями потребителя. Для потребителя вычислительные возможности, пригодные для резервирования, часто кажутся неограниченными и могут быть выделены в любом количестве в любое время.

В-пятых, облачные системы автоматически контролируют и оптимизируют ресурсы, используя измерение вычислительных ресурсов на некотором уровне абстракции в зависимости от типа обслуживания (например, хранилище данных, время на обработку, пропускная способность и активные учетные записи пользователей). Информация об используемых ресурсах может собираться, контролироваться, формироваться в отчёт, предоставляя прозрачность как для провайдера, так и для потребителя использованного сервиса [7].

В соответствии с используемой в настоящее время моделью, облачные вычисления могут предоставляться в следующем виде:

– программное обеспечение как сервис (*Software as a Service, SaaS*). Вычислительные ресурсы, предоставляемые потребителям, используют приложения поставщиков услуг, которые запущены в облачной инфраструктуре. Приложения доступны с различных устройств клиентов (как правило, через веб-браузер). Потребители не могут управлять и контролировать лежащую в основе облака инфраструктуру, включая сеть, серверы, операционные системы, хранилища данных или возможности конкретного приложения;

– платформа как сервис (*Platform as a Service, PaaS*). Вычислительные ресурсы, предоставляемые потребителям, базируются на облачной инфраструктуре, созданной самим потребителем, или полученных приложениях, созданных с использованием языков программирования, библиотек, инструментов, поддерживаемых провайдером. Потребители не управляют и/или не контролируют лежащую в основе облака инфраструктуру, включая сеть, сервера, операционные системы или хранилища данных, но они контролируют другие разворачиваемые приложения и возможные настройки конфигурации для среды размещённых приложений;

– инфраструктура как сервис (*Infrastructure as a Service, IaaS*). Вычислительные ресурсы, предоставляемые потребителям, – это время обработки, хранилища данных, сети и другие фундаментальные компьютерные ресурсы, с помощью которых потребители могут развёртывать и запускать произвольное программное обеспечение, которое может включать операционные системы и приложения. Потребители не могут управлять или контролировать лежащую в основе облака инфраструктуру, но имеют контроль над операционными системами, хранилищами данных и развёртываемыми приложениями.

Модель определяет способы развёртывания облачных технологий [7]:

– частное облако. Инфраструктура облака предоставляется в исключительное пользование одной организации, содержащей несколько потребителей (например, ими могут быть сотрудники организации). Оно может принадлежать, администрироваться и использоваться организацией, третьим лицом или некоторым их сочетанием. Облако может размещаться в территориальных пределах организации или независимо от неё;

– публичное облако. Инфраструктура облака предоставляется в открытое использование для всех. Оно может принадлежать, администрироваться и использоваться компаниями, университетами, государственными организациями, или их некоторым сочетанием. Облако размещается в помещениях поставщика услуг;

– гибридное (смешанное) облако. Инфраструктура облака состоит из двух или более облачных инфраструктур (частное облако, коллективное облако или публичное облако), которые остаются уникальными сущностями, но, тем не менее, связаны между собой стандартизованными или запатентованными технологиями, которые могут включать портативность данных и приложений [9];

– коллективное облако (облако для сообществ). Инфраструктура облака предоставляется в исключительное пользование некоторому сообществу потребителей из организаций, которые имеют общие интересы (например, общие задачи, требования по безопасности, политику или совместное обслуживание). Оно может принадлежать, администрироваться и использоваться одной или более организациями в сообществе, третьими лицами или некоторым их сочетанием. Облако может размещаться в территориальных пределах организации или независимо от неё [7].

Структура модели облачных вычислений будет иметь вид, представленный на рис. 1.



Рисунок 1 – Модель облачных вычислений

Таким образом, легко понять, что технология облачных вычислений обеспечивает более высокий уровень абстракции (в сравнении с технологией «грид вычислений»), предоставляя вычислительные ресурсы конечным пользователям (будь то частные клиенты или организации) в виде сервисов в требуемом им количестве и объеме.

Организация противодействия компьютерным атакам. Для организации противодействия компьютерным атакам предлагается рассмотреть взаимосвязь способов выявления компьютерных атак на информационно-телекоммуникационные системы на базе облачных вычислений, анализа принципов функционирования таких систем и поиска уязвимых мест в технологии их функционирования, а также оценки устойчивости функционирования систем в условиях воздействия компьютерных атак [5].

При применении такого подхода, технология организации противодействия компьютерным атакам на информационные системы на базе облачных вычислений будет включать в себя:

1. Способы оценки действий нарушителя и выявления возможных сценариев развития компьютерных атак;
2. Способы оценки текущего состояния защищенности системы на базе облачных вычислений;
3. Подходы и модели к выявлению и противодействия компьютерным атакам;
4. Способы оценки устойчивости функционирования систем на базе облачных вычислений.

Способ оценки действий нарушителя и выявления возможных сценариев развития компьютерных атак. Для оценки действий нарушителя и выявления возможных сценариев развития компьютерных атак предлагается рассмотреть жизненный цикл атаки, представленный на рис. 2.



Рисунок 2 – Жизненный цикл атаки

Атака на информационные системы, как и любой другой вид воздействия, имеет свой жизненный цикл, состоящий из нескольких этапов [6].

Этап первый – подготовка. В ходе этого этапа нарушитель пытается добыть как можно больше информации об информационной системе, как объекте атаки. На основе анализа данной информации нарушитель может планировать свои дальнейшие действия. Такой информацией, например, может выступать информация о типе и версии операционной системы, список пользователей информационной системы, перечень используемого прикладного программного обеспечения и т.д.

Этап второй – вторжение. В ходе этого этапа нарушитель пытается получить несанкционированный доступ к ресурсам атакуемой информационной системы. Он может делать это в том числе и для сбора дополнительной информации об информационной системе.

Этап третий – атакующее воздействие. В рамках этого этапа нарушитель реализует свои корыстные цели, ради которых он совершал атаку. Примерами таких воздействий являются любые нарушения конфиденциальности, целостности и доступности информации, циркулирующей в системе. Например, это могут быть нарушение работы информационной системы, кража конфиденциальной информации, модификация, блокирование, удаление данных из системы; а применительно к системам облачных вычислений к примерам воздействий можно отнести: атаки типа «отказ в обслуживании» (не являются специфичными для облачных вычислений, однако все равно широко распространены), перехват передаваемых данных, повышение прав доступа, несанкционированный доступ к виртуальной машине, на которой запущен облачный сервис, нарушение работы гипервизора или его компонентов, нарушение изоляции виртуальной машины, внедрение вредоносного кода в виртуальную машину или облачный сервис и др.

Этап четвертый – развитие атаки. Атакующий злоумышленник может стремиться атаковать и другие объекты, расположенные, к примеру, в той же локальной вычислительной сети, чтобы продолжить достижение своих целей по нарушению конфиденциальности, целостности и доступности данных информационной системы.

Таким образом, выявление возможных сценариев развития компьютерных атак строится на анализе множества возможных действий нарушителя, т.е. его потенциала (см. рис. 3):



Рисунок 3 – Схема оценки действий нарушителя

Способ оценки текущего состояния защищенности системы на базе облачных вычислений. Для оценки текущего состояния защищенности системы на базе облачных

вычислений предлагается проводить мониторинг уязвимых мест в технологии функционирования систем на базе облачных вычислений (см. рис. 4). Для этого существует несколько способов. Один из них основан на вероятностной методике, и при его применении в общем виде нужно опираться на следующие факторы:

- потенциал злоумышленника (рассчитывается на основе экспертной оценки в соответствии с моделями угроз и нарушителя);
- источник угрозы (где возможна атака, в зоне видимости или за ее пределами);
- метод воздействия (сетевой, аппаратный или социальный);
- объект угрозы (корпоративные данные, средства для шифрования, передачи, работы с ними или сотрудники компании).



Рисунок 4 – Схема оценки состояния защищенности системы

В процессе мониторинга уязвимых мест в системе крайне важно учитывать возможные «точки входа» нарушителя (ошибки в процессе исполнения системного и прикладного программного обеспечения, позволяющие получить несанкционированный доступ к системе, осуществить повышение привилегий, выйти за пределы «песочницы» и др.).

Организация такого мониторинга предполагает использование специализированного программного обеспечения, осуществляющего мониторинг на основе как вручную заданных параметров (потенциал злоумышленника, источник угрозы, метод воздействия, объект угрозы), так и автоматически собираемых системных свойств (версии системного и прикладного программного обеспечения, установленные обновления и др.).

Принцип разработки подходов и моделей к выявлению и противодействию компьютерным атакам. Защищенность системы на базе облачных вычислений определяется сегодня не только применением как традиционных организационных и технических подходов к защите информации, но и использованием систем обнаружения или предотвращения компьютерных атак.

Среди них выделим такие, как *Snort*, *Suricata*, *Bro*, *OSSEC*, *STAT* и *Prelude*. Все эти системы можно разделить на два класса – сетевые (*network-based*, *NIDS*) и узловые (*host-based*, *HIDS*). Сетевые системы (например, *Snort*, *Suricata*, *Bro*) основаны на принципе анализа сетевых пакетов данных. Такие системы просматривают сетевой трафик защищаемого сетевого сегмента, защищая тем самым входящие в этот сегмент информационные системы. Узловые системы (например, *OSSEC*, *STAT*) анализируют информацию, расположенную на конкретной информационной системе. Это позволяет определять только те системные процессы, которые имеют отношение к конкретной атаке, что повышает эффективность работы системы [6].

Разработка подходов и моделей к выявлению и противодействию компьютерным атакам для систем на базе облачных вычислений производится на основе анализа состояния защищенности системы и анализа действий нарушителя. Подход к выявлению и противодействию компьютерным атакам предусматривает выявление признаков компьютерных атак, анализ сценариев развития атак и выработку действий по реакции на выявленные атаки. Модель выявления и противодействия компьютерным атакам включает в себя описание функционирования системы на базе технологии облачных вычислений в ходе

сбора, обработки и передачи информации, топологию сети передачи данных, возможные сценарии атак и реакцию средств противодействия на них соотнесенные с действиями по противодействию выявленным атакам (см. рис. 5).



Рисунок 5 – Принцип разработки подходов и моделей к выявлению и противодействию компьютерным атакам

Способ оценки устойчивости функционирования информационно-телекоммуникационных систем на базе облачных вычислений. Под устойчивостью функционирования информационных систем на базе облачных вычислений понимается способность системы обеспечивать штатное исполнение заданных функций в условиях воздействия компьютерных атак.

В условиях воздействия компьютерных атак на систему на базе облачных вычислений существует потенциальная опасность невыполнения системой процессов системного или прикладного программного обеспечения. Следствием подобных воздействий будет срыв (некачественное выполнение) установленного порядка обработки информации в системе.

Для оценки устойчивости функционирования систем на базе облачных вычислений предлагается способ, основанный на критериях ГОСТ Р ИСО 22301-2014 «Системы менеджмента непрерывности бизнеса. Общие требования» [7].

В ходе штатного функционирования системы, время, затрачиваемое системой на исполнение того или иного процесса можно обозначить как $T_{штат}$.

Обозначим $T_{крит}$ максимальное время исполнения процесса в системе. Если для исполнения процесса системе требуется время, превышающее $T_{крит}$, следует говорить о снижении или потере устойчивости функционирования системы. В терминологии ГОСТ Р ИСО 22301-2014 применяется формулировка «максимально приемлемый период нарушения» (*MTPD*), то есть время, по истечении которого неблагоприятные последствия, возникшие в результате необеспечения поставок продукции/услуг или невыполнения деятельности, становятся неприемлемыми.

При обнаружении атаки система обнаружения вторжений должна потратить время на противодействие атаке. В это время исполнение системного процесса может быть замедлено или приостановлено. Обозначим время, затрачиваемое системой на противодействие атаке как $T_{прот}$. В терминологии ГОСТ Р ИСО 22301-2014 применяется формулировка «целевое время восстановления» (*RTO*) то есть период времени, установленный для возобновления поставок продукции или услуг, возобновления деятельности или восполнения ресурсов после инцидента.

Схема оценки устойчивости функционирования систем на базе облачных вычислений приведена на рис. 6.

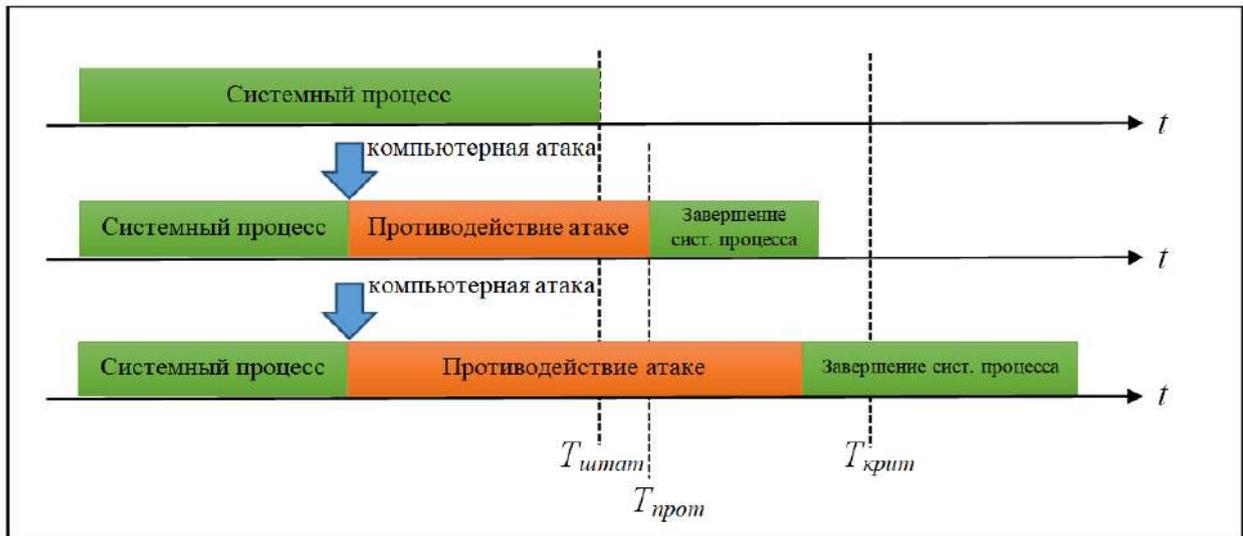


Рисунок 6 - Схема оценки устойчивости функционирования систем на базе облачных вычислений

Тогда, для обеспечения устойчивости функционирования системы необходимо чтобы выполнялись следующие условия:

$$\begin{cases} T_{\text{прот}} \rightarrow \min \\ T_{\text{прот}} < T_{\text{крит}} \end{cases}$$

Для повышения устойчивости функционирования систем на базе технологии облачных вычислений необходим комбинированный метод противодействия компьютерным атакам, который гибко использует элементы сигнатурного анализа, выявления аномалий и анализа динамически выполняемых функций системы [10].

Методы сигнатурного анализа, используемые в системах противодействия компьютерным атакам, основаны на постоянном мониторинге пакетов данных в сети с целью последующего их сравнения с заранее определенной в защищаемой системой базой данных сигнатур атак. К достоинствам данных методов следует отнести низкие требования к вычислительным ресурсам защищаемой системы, высокую скорость работы и высокий уровень достоверности распознавания компьютерных атак. Основным недостатком данных методов является невозможность обнаружения новых (не определенных в базе данных сигнатур) компьютерных атак, что может создать угрозу безопасности в случае применения систем противодействия компьютерным атакам, основанных исключительно на данном методе. Обобщенная структура метода сигнатурного анализа (для систем обнаружения компьютерных атак) приведена на рис. 7.

Методы выявления аномалий основаны на использовании математических моделей для описания штатного функционирования защищаемой системы и последующей фиксации отклонений от него. В зависимости от выявления отклонения принимается решение об обнаружении атаки. Чаще всего применяются статистические модели (вероятностные модели, кластерный анализ), модели марковских цепей, модели конечных автоматов и модели на основе искусственных нейронных сетей (приведена в качестве примера на рис. 8).

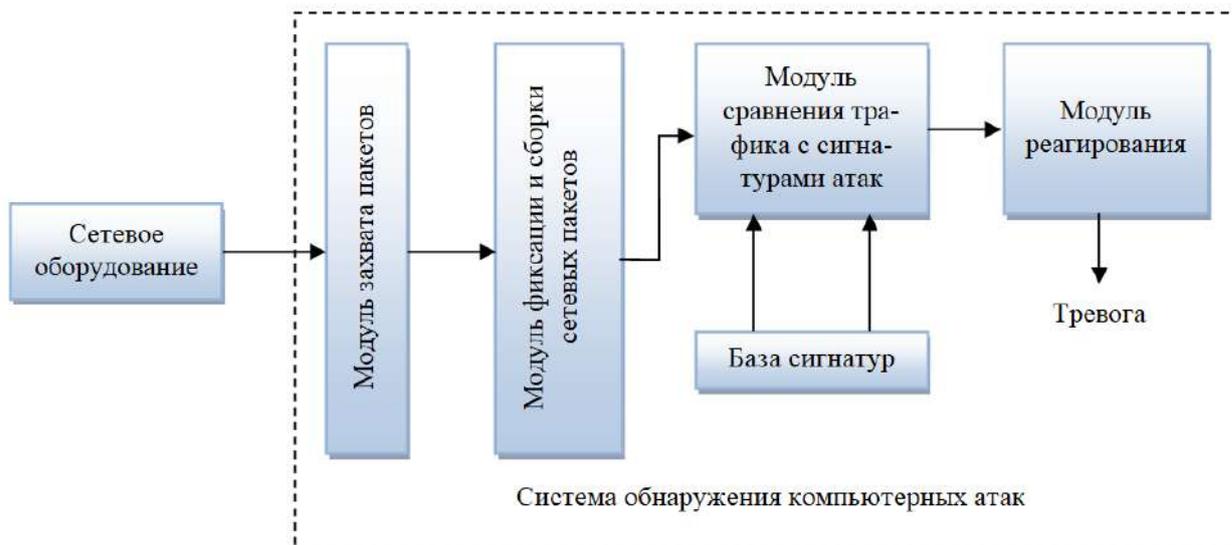


Рисунок 7 – Обобщенная структура метода сигнатурного анализа (на примере системы обнаружения компьютерных атак)

Преимуществом данных методов является способность обнаруживать компьютерные атаки, не определенные в системе, то есть не известные ей. Существенными недостатками данного метода являются высокие требования к аппаратному обеспечению, а также высокая сложность при создании выборки данных (обучающая выборка), описывающих штатное функционирование защищаемой системы.

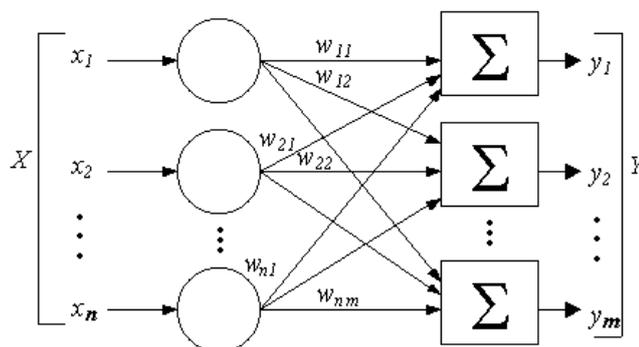


Рисунок 8 – Структура метода выявления аномалий (на примере искусственных нейронных сетей).
 X – множество признаков компьютерных атак, Y – множество вероятностей обнаружения компьютерных атак, W – множество весовых коэффициентов каждого нейрона сети, Σ – функция активации

Заключение. В настоящее время отсутствуют унифицированные решения по противодействию компьютерным атакам и обнаружению аномального поведения применительно к системам, функционирующих на основе технологии облачных вычислений.

Предложенный в данной работе подход к организации противодействия компьютерным атакам на информационные системы на базе облачных вычислений позволяет осуществлять динамический мониторинг и анализ состояний защищаемой системы на основе анализа сетевых потоков данных, раннего выявления признаков атак как исходя из сигнатурного анализа, так и по обнаружению аномального поведения на основе выявления сценариев развития компьютерных атак.

Однако для эффективного применения предложенной технологии противодействия компьютерным атакам и минимизации вычислительных ресурсов при её применении целесообразна разработка типовых сигнатур для технического описания характеристик атак, специфичных для облачной среды, а также разработка типовых характеристик функционирования гипервизоров.

Список литературы

1. Tsaregorodtsev, A. V., Lvovich, I. Ya., Shikhaliev, M. S., Zelenina, A. N., Choporov, O. N. *Information security management for cloud infrastructure. International Journal on Information Technologies and Security*, 2019, Vol. 11, № 3, pp. 91-100.
2. Облачные вычисления (мировой рынок) [сайт] / URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Облачные_вычисления_\(мировой_рынок\),_свободный](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Облачные_вычисления_(мировой_рынок),_свободный). – Дата обращения 14.03.2022.
3. Обзор: Облачные сервисы 2020 [сайт] / Режим доступа: https://www.cnews.ru/reviews/oblachnye_servisy_2020/articles/pandemiya_rasshirila_dorogu_y_oblaka, свободный. – Дата обращения 14.03.2022.
4. Волков С.Д., Царегородцев А.В. Один из подходов к обеспечению защиты от компьютерных атак при реализации информационной функции государства на внутреннем уровне // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления*. 2020. № 36. С. 159-174.
5. Климов С.М. Методы и модели противодействия компьютерным атакам. Люберцы: КАТАЛИТ, 2008. СС. 64-64.
6. Волков С.Д. Обзор подходов к построению систем обнаружения компьютерных атак для информационно-телекоммуникационных систем, функционирующих на основе технологии облачных вычислений // *Collegium Linguisticum - 2017. Материалы ежегодной конференции студенческого научного общества МГЛУ*. 2017. М.: ФГБОУ ВО МГЛУ. С. 442-447.
7. ГОСТ Р ИСО 22301-2014 Системы менеджмента непрерывности бизнеса. Общие требования [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200113802>, свободный. – Дата обращения 14.03.2022.
8. ГОСТ ISO/IEC 17788-2016 Межгосударственный стандарт. Информационные технологии. Облачные вычисления. Общие положения и терминология. — Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200141425> (дата обращения: 14.03.2022).
9. Царегородцев А.В., Мухин И.Н., Боридько С.И. Один из подходов к построению информационной инфраструктуры организации на базе гибридной облачной среды // *Информация и безопасность. Воронеж: Воронежский государственный технический университет*, 2015. Т. 18(3). СС. 400-403.
10. Логинова А.О. Классификация существующих методов выявления инцидентов информационной безопасности // *Информационные технологии в науке, бизнесе и образовании. Сборник трудов IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых*. 2017. М.: ФГБОУ ВО МГЛУ. С. 40-44.

UDC 004.056

TECHNOLOGY OF RESPONSE ORGANIZATION TO COMPUTER ATTACKS ON INFORMATION AND TELECOMMUNICATION SYSTEMS BASED ON CLOUD COMPUTING TECHNOLOGY

Volkov S.D.

Moscow State Linguistic University, Moscow, Russia

Tsaregorodtsev A.V. – Dr. Tech. Sc., professor, professor of the Department of Information Security, Vice-rector for Development and Informatization of Moscow State Linguistic University

Abstract. The article proposes a technology of response organization to computer attacks on information and telecommunication systems based on cloud computing technology. A typical procedure of the intruder's actions to implement a computer attack is proposed. In order to determine computer attacks response actions, the principle of development of approaches and models for computer attacks detecting and responding is formulated. Based on it, a method for assessing the stability of systems under the conditions of computer attacks is proposed. The proposed technology of response organization makes it possible to provide dynamic monitoring of the state of the system based on the identification of scenarios of computer attacks development.

Keywords: information security, cloud computing, computer attacks.

АЛГОРИТМ СИНГУЛЯРНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ МАТРИЦ В МЕТОДЕ КОЛЛАБОРАТИВНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ПРИ ПОСТРОЕНИИ СИСТЕМЫ РЕКОМЕНДАЦИЙ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Феоктистов Д.Г., Романовский Н.Д.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Ролич О.Ч. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Рассматривается алгоритм сингулярного разложения матриц в качестве одного из основных методов оптимизации метода коллаборативной фильтрации и анализ его воздействия на входные данные.

Ключевые слова: системы рекомендаций, разложение матриц, коллаборативная фильтрация

Введение. В информационных системах актуальна задача предоставления рекомендаций пользователям на основе имеющихся данных о совершенных действиях и результатах обратной связи. Решением данной задачи является построение рекомендательных систем. Одним из основных подходов к построению такого рода систем является использование метода коллаборативной фильтрации. В частности, оптимизация данного метода достигается использованием сингулярного разложения матриц.

Основная часть. Метод коллаборативной фильтрации основан на построении матрицы (графа), отражающей модель взаимодействий пользователей и товаров. Рекомендации (прогноз) для целевого пользователя формируются на основании вычисления некоей меры схожести по всем накопленным данным [1].

Генеральная совокупность состоит из набора пользователей, который будет обозначен как U и набора условных товаров I .

Тогда U_i – i -й элемент набора пользователей, где $i = 1, 2, \dots, n$;

I_j – j -й элемент набора товаров, где $j = 1, 2, \dots, m$;

$r_{i,j}$ – оценка взаимодействия i -го пользователя с j -м товаром;

Данную матрицу можно в общем случае представить в виде таблицы I .

Таблица I – Таблица отношений

	I_1	I_2	...	I_m
U_1	$r_{1,1}$	$r_{1,2}$	...	$r_{1,m}$
U_2	$r_{2,1}$	$r_{2,2}$	...	$r_{2,m}$
...
U_n	$r_{n,1}$	$r_{n,2}$	...	$r_{n,m}$

Для вычисления меры схожести оценок пользователей воспользуемся косинусной мерой [2], которая в общем случае вычисляется по формуле 1:

$$\cos(\bar{x}, \bar{y}) = \frac{\bar{x} \cdot \bar{y}}{\|\bar{x}\| \cdot \|\bar{y}\|} \quad (1)$$

Используя данную формулу, вычислим меру схожести $m_{k,l}$ оценок пользователя относительно остальных по формуле 2. Пусть U_k – вектор оценок рассматриваемого пользователя ($U_k \in U, k = 1, 2, \dots, n$). Тогда U_l – вектор оценок пользователя множества U , для которого выполняются условия $l \neq k, l = 1, 2, \dots, n$.

$$m_{k,l} = \cos(U_k, U_l) \quad (2)$$

Составляя вектор M_k , состоящий из элементов $m_{k,l}$, где $k = const$, а l изменяется от 1 до n , причем $l \neq k$, выделим вектор $L_k \in M_k$ пользователей, меры схожести которых наибольшим образом коррелируют с элементами U_k .

Затем для каждого из пользователей умножим его оценки на вычисленную величину меры $m_{k,l}$. Таким образом, оценки более «похожих» пользователей будут сильнее влиять на итоговую позицию продукта и из продуктов посчитаем сумму калиброванных оценок L_k наиболее близких пользователей, а также полученную сумму разделим на сумму мер L выбранных пользователей. В итоге получим рекомендательный прогноз $R_{k,j}$ для j -го продукта относительно k -го пользователя. Данный алгоритм представим в виде формулы 3:

$$R_{k,j} = k_{\text{норм}} \cdot \sum_{\substack{l=1,2,\dots,n \\ j=1,2,\dots,m \\ l \neq k}} m_{k,l} \cdot r_{k,j}, \quad (3)$$

где нормировочный коэффициент $k_{\text{норм}}$ находим по формуле 4:

$$k_{\text{норм}} = 1 / \sum_{\substack{l=1,2,\dots,n \\ l \neq k}} m_{k,l}. \quad (4)$$

Однако использование данного подхода в реализации метода коллаборативной фильтрации имеет свои недостатки. Во-первых, имея матрицу отношений размера $N \times M$, сложность подобного алгоритма можно оценить как $O(N \cdot M)$, что является проблемой при масштабировании информационной системы. Также данный алгоритм не позволяет в полной мере определить предпочтения конкретного пользователя.

Например, рассмотрим пару пользователей U_1 и U_2 , состоящих в отношениях с объектами I_1 и I_2 . Пусть U_1 оценил I_1 , а U_2 оценил I_2 , однако и U_1 , и U_2 заинтересованы объектами I_1 и I_2 . Очевидно, что при нахождении косинусной меры m_{U_1,U_2} полученный результат будет равен 0. Это означает, что объект I_1 не будет рекомендован пользователю U_2 , а I_2 не будет рекомендован U_1 .

Одним из возможных решений данной проблемы является применение алгоритма сингулярного разложения матриц (SVD).

Сингулярным разложением матрицы M порядка $n \times m$ является разложение [3], которое может быть записано в виде формулы 5:

$$M = U \cdot \Sigma \cdot V^T, \quad (5)$$

где матрица U порядка $n \times n$, V – размера $m \times m$, а Σ – размера $n \times m$.

Матрица Σ представляет собой диагональную матрицу, которая состоит из сингулярных чисел, расположенных в невозрастающем порядке. Таким образом, можно оставить лишь первые k сингулярных чисел и отбросить оставшиеся, получив наилучшее k -приближение исходной матрицы M (см. рисунок 1).

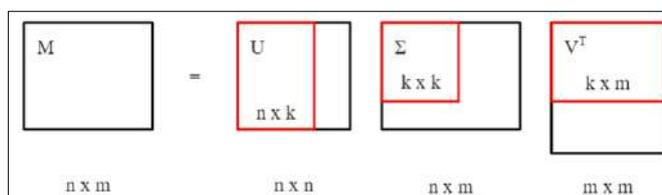


Рисунок 1 – Схематическое изображение SVD

Для построения Σ сперва получим матрицу A порядка $n \times n$ в результате произведения транспонированной матрицы на исходную по формуле б):

$$A = M^T \cdot M, \quad (6)$$

откуда собственные значения матрицы A :

$$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n,$$

где n – порядок матрицы A .

Тогда сингулярные значения A найдём путём вычисления квадратного корня из собственных значений по формулам 7):

$$\sigma_1 = \sqrt{\lambda_1}, \sigma_2 = \sqrt{\lambda_2}, \sigma_3 = \sqrt{\lambda_3}, \dots, \sigma_n = \sqrt{\lambda_n}, \quad (7)$$

Данные значения перенумеруем и расположим так, чтобы диагональные элементы матрицы Σ имели вид:

$$\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3 \geq \dots \geq \sigma_n > 0$$

Учтём то, что при перемножении исходной матрицы на транспонированную, полученная матрица B порядка $m \times m$ будет иметь такие же собственные значения, что и матрица A , однако они будут дополняться нулевыми значениями:

$$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n, 0, \dots, 0.$$

Однако, при нахождении сингулярных значений, получим абсолютно идентичный набор, что содержит и матрица A :

$$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \dots, \sigma_n.$$

Зная собственные значения матрицы A , можно найти её собственные векторы:

$$U_{\lambda=\lambda_1}; U_{\lambda=\lambda_2}; \dots; U_{\lambda=\lambda_n}.$$

Разделив каждый собственный вектор на его длину, получим нормированные векторы матрицы A , которые называются сингулярными:

$$\frac{U_{\lambda=\lambda_1}}{|U_{\lambda=\lambda_1}|}; \frac{U_{\lambda=\lambda_2}}{|U_{\lambda=\lambda_2}|}; \dots; \frac{U_{\lambda=\lambda_n}}{|U_{\lambda=\lambda_n}|}.$$

Данный набор сингулярных векторов образует матрицу U сингулярного разложения по столбцам.

Аналогичные рассуждения применимы к матрице B . Отличие заключается лишь в том, что набор сингулярных векторов матрицы B образует матрицу V^T сингулярного разложения (по строкам).

Важным свойством сингулярного разложения является тот факт, что если для k сингулярных чисел преобразовать матрицу Σ в матрицу:

$$\Sigma_k = \begin{pmatrix} a_1 & 0 & 0 \\ 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & a_k \end{pmatrix} \in M(k, k),$$

состоящую только из k наибольших диагональных элементов, а также оставить в матрицах U и V^T лишь первые k столбцов и k строчек соответственно. Таким образом, матрицы U и V^T будут приведены к виду:

$$\begin{aligned} U_k &\in M(n, k), \\ V_k^T &\in M(k, m). \end{aligned}$$

Данное усечение уменьшает размерность векторного пространства, тем самым, уменьшая объём данных для их обработки. Помимо этого, отбрасывая наименьшие сингулярные числа, малые искажения в результате шума в данных удаляются, оставляя только самые сильные эффекты и тенденции в этой модели. Полученный эффект улучшает качество предоставляемых рекомендаций.

Теперь для получения рейтинга r_{uv} пользователя u к объекту i необходимо лишь вычислить скалярное произведение i -ой строки матрицы U_k и j -ой строки матрицы V_k^T по формуле 8:

$$r_{uv} = U_{ki} \cdot V_{kj}^T. \quad (8)$$

Смоделируем матрицу отношений размерностью 10 x 14. Исходный массив данных представлен на рисунке 2.

```
A = array([[0, 5, 0, 0, 0, 0, 0, 2, 5, 0],
           [4, 0, 3, 3, 0, 0, 4, 0, 5, 2],
           [4, 0, 0, 3, 5, 0, 4, 5, 5, 2],
           [4, 0, 0, 0, 5, 0, 4, 2, 5, 2],
           [2, 0, 4, 0, 5, 0, 4, 0, 5, 2],
           [4, 0, 0, 0, 5, 0, 4, 0, 5, 2],
           [0, 0, 0, 0, 5, 0, 4, 0, 5, 2],
           [5, 5, 0, 1, 0, 0, 0, 3, 0, 0],
           [4, 0, 4, 3, 5, 0, 4, 2, 5, 2],
           [0, 0, 0, 0, 0, 0, 3, 0, 0, 5],
           [0, 4, 0, 1, 5, 0, 0, 0, 0, 0],
           [4, 0, 0, 3, 5, 0, 4, 0, 5, 0],
           [0, 0, 4, 0, 5, 0, 4, 0, 4, 2],
           [4, 0, 4, 3, 5, 0, 4, 0, 5, 0]])
```

Рисунок 2 – Исходная матрица отношений

В ходе программной реализации SVD , объём входных данных уменьшен, что явно делает систему более производительной, а также получена матрица рейтингов пользователей по отношению к объектам, по которой можно быстро определить данные значения (см. рисунок 3).

```

[ [-2.530e-01  5.753e-01 -4.743e-02 -6.250e-02 -2.294e-01 -2.070e-16 -9.753e-02  1.864e-01  6.245e-01 -6.470e-02]
[  2.347e-01  3.486e-02  2.003e-01  3.649e-01 -4.126e-01 -3.598e-16  2.548e-01 -2.128e-01  3.025e-01  1.552e-01]
[  2.272e-02 -1.879e-01 -1.840e-01  3.319e-01  2.084e-01  8.696e-16  8.731e-02  7.408e-01  1.294e-01  1.091e-01]
[  3.155e-01 -1.003e-01 -1.753e-01 -3.548e-01  2.181e-01  6.994e-16  1.274e-01  1.840e-01  1.902e-01  7.990e-02]
[  5.702e-02 -1.796e-03  4.314e-01 -3.138e-01  2.067e-01 -9.949e-17  1.141e-01 -4.463e-02  1.718e-01  7.665e-02]
[  3.740e-01 -1.646e-02 -2.335e-01 -3.227e-01  2.051e-01  2.822e-16  1.978e-01 -2.194e-01  1.931e-01  6.666e-02]
[ -2.594e-01  8.345e-03 -2.332e-01 -4.922e-02  2.579e-01  2.582e-16  1.898e-01 -1.024e-01  3.239e-01  1.427e-01]
[  6.047e-01  5.335e-01  5.769e-02 -8.120e-02 -6.754e-02  3.352e-16 -8.978e-02  2.330e-01 -2.050e-01  5.500e-02]
[  1.102e-01 -5.979e-02  3.935e-01  2.523e-01  1.642e-01 -1.259e-16  1.132e-01  2.520e-01  4.699e-02  6.123e-02]
[ -8.905e-02  1.175e-01 -9.486e-02  8.109e-02 -1.310e-01  1.537e-15  3.621e-01 -7.252e-02 -2.117e-01  7.740e-01]
[ -1.591e-01  5.435e-01 -6.071e-02  2.475e-01  5.512e-01 -3.776e-16 -4.227e-02 -1.514e-01 -2.645e-01  4.566e-03]
[  2.070e-01 -2.899e-02 -3.153e-01  4.060e-01  2.161e-01 -7.066e-16  1.645e-01 -2.808e-01  2.186e-01 -1.743e-01]
[ -2.270e-01  1.428e-02  4.532e-01 -1.582e-01  2.793e-01 -2.038e-17  1.123e-01  1.530e-02  1.080e-01  1.557e-01]
[  2.067e-01 -2.673e-02  3.494e-01  2.781e-01  1.913e-01 -1.076e-15  8.476e-02 -1.645e-01  1.319e-01 -2.023e-01]]

```

Рисунок 3 –Матрица рейтингов

Заключение. Алгоритм сингулярного разложения матриц позволяет оптимизировать и упростить классический метод коллаборативной фильтрации при построении рекомендательных систем. После применения алгоритма *SVD* к исходной матрице данные, имеющие несущественное влияние на рекомендацию или прогноз, не учитываются, а сам метод коллаборативной фильтрации упрощается от алгоритма из нескольких действий к одному (вычисление скалярного произведения), что увеличивает скорость построения рекомендаций и прогнозов.

Список литературы

1. Пятикоп, Е. Е. Использование сингулярного разложения матриц в коллаборативной фильтрации / Е. Е. Пятикоп // *Проблемы информатизации та управління.* – 2013. – № 4(44) – С. 76 – 81. – Режим доступа: <https://docplayer.com/47869869-Ispolzovanie-singulyarnogo-razlozheniya-matric-v-kollaborativnoy-filtracii.html> – Дата доступа : 30.03.2022.
2. Количественный анализ и исследование эффективности методов поиска сходства в многомерных пространствах: материалы 24 Междунар. конф. VLDB, Нью-Йорк, 1998 / под ред. Вебер, Р., Шек, Х. Дж., Блотт, С. [и др.]. – Нью-Йорк, 1998. – 194 с.
3. Логинов, Н.В. Сингулярное разложение матриц : учеб. пособие для вузов/ Н. В. Логинов. – Москва : МГАПИ, 1996. – 80 с.

UDC 004.78

THE ALGORITHM OF SINGULAR VALUE DECOMPOSITION IN THE COLLABORATIVE FILTERING METHOD FOR CONSTRUCTING A SYSTEM OF RECOMMENDATIONS AND FORECASTING

Romanovskiy N.D., Feoktistov D.G.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Rolich O.Ch. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The algorithm of singular value decomposition as one of the main ways of optimization of the collaborative filtering method and analysis of its impact on input data are considered in this work.

Keywords: recommendation systems, matrix decomposition, collaborative filtering

УДК 004.891.2

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ЗАДАЧ

Невейков А. С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Ролч О. Ч. - канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Исследован способ решения транспортных задач методом линейной регрессии с применением машинного обучения. Создана модель, предсказывающая интенсивность трафика на дорожном участке. Оценено влияние исследуемых параметров на загруженность участка дороги, рассчитана погрешность данной оценки.

Ключевые слова: линейная регрессия, машинное обучение, транспортная задача, линейный тренд

Введение. При разработке городских инфраструктурных проектов возникает необходимость решать такие транспортные задачи, как определение числа пешеходов или водителей в зависимости от погодных условий, времени года, дня недели. Данная работа предназначена для анализа применимости метода линейной регрессии с использованием машинного обучения в решении подобного класса задач.

Основная часть. Проблема применения рассматриваемого метода – это нелинейность данных. Транспортные потоки цикличны, причем цикличность одновременно может проявляться внутри различных временных периодов (сутки, неделя, год) и из-за различных иных факторов. В час-пик на дорогах больше автомобилей, летом в парках пешеходов больше, чем зимой и т.д.

Линейная регрессия представляет собой либо линейную аппроксимацию вида:

$$y = ax + b, \quad (1)$$

где a – угловой коэффициент,

b – точка пересечения с осью y [1],

либо многомерную линейную модель следующего вида:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots, \quad (2)$$

что явно не подходит для поставленной задачи.

Во-первых, для применения метода линейной регрессии выполнено преобразование данных в соответствии с новыми базисными функциями; взята многомерная модель вида:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2^2 + a_3x_3^3 \quad (3)$$

и построены x_1, x_2, x_3 и т.д. на основе имеющегося одномерного входного значения x .

То есть $x_n = f_n(x)$, где $f_n(x)$ – некая функция, выполняющая преобразование данных. Тогда, при $f_n(x) = x^n$, модель превращается в полиномиальную регрессию и остается линейной, так как линейность относится к тому, что коэффициенты a_n не умножаются и не делятся друг на друга [4].

Смысл преобразования в том, что для одномерных значений x построена проекция на многомерное пространство, и с помощью линейной аппроксимации стало возможным отображать сложные зависимости между x и y .

Во-вторых, разработана и обучена на реальных данных [5, 6] модель, которая, анализируя информацию о погоде, времени года и другие факторы, предсказывает интенсивность трафика на велосипедной дорожке (рисунок 1). Оценен вклад исследуемых параметров в количество велосипедистов и рассчитана погрешность каждого из них (рисунок 2).

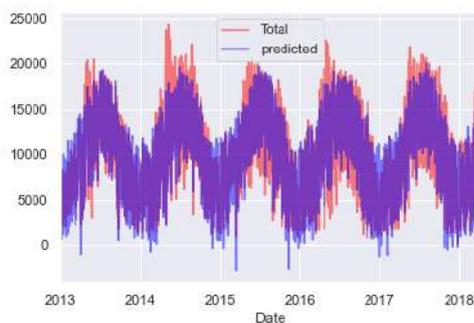


Рисунок 1 – Результат предсказания модели.

Красный цвет – реальное число велосипедистов, синий цвет предсказание модели, фиолетовый цвет пересечение реальных данных и предсказания

	effect	error
Mon	-2155.0	273.0
Tue	-1761.0	283.0
Wed	-1782.0	287.0
Thu	-2377.0	279.0
Fri	-3677.0	276.0
Sat	-9034.0	271.0
Sun	-9348.0	266.0
holiday	-4843.0	475.0
daylight_hrs	429.0	28.0
PRCP	-28136.0	1972.0
dry day	2010.0	108.0
Temp (c)	1615.0	64.0
annual	122.0	28.0

Рисунок 2 – Оценка исследуемых параметров.

Левая колонка - список параметров, средняя колонка - численная оценка влияния параметра
правая колонка - рассчитанная погрешность

Заключение. Метод линейной регрессии с использованием машинного обучения применим для решения транспортных задач. Несмотря на отсутствие нелинейных трендов в пределах каждой из переменных, которые не могут быть учтены в этой модели, и эффекты от совместного влияния нескольких параметров, обнаружены устойчивые тенденции относительно изучаемых параметров (с учетом погрешности), заключающиеся в сокращении трафика в выходные и праздничные дни, и при осадках; увеличении трафика в будние дни, особенно в начале недели, в теплые дни, при отсутствии осадков и увеличении длины светового дня. Также обнаружена ежегодная цикличность транспортного потока, что говорит о применимости метода линейной регрессии для решения практических транспортных задач.

Список литературы

1. Портал знаний [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://statistica.ru/theory/osnovy-lineynoy-regressii/>
2. Proglib [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://proglib.io/p/linear-regression>
3. J. VanderPlas, Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение. – СПб.: Питер, 2018. – 576 с
4. PythonRu [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://pythonru.com/uroki/linear-regression-sklearn>
5. Sesttle [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://data.seattle.gov/Transportation/Fremont-Bridge-Bicycle-Counter/65db-xm6k>
6. ClimateDataOnline [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.ncdc.noaa.gov/cdo-web>

UDC 004.891.2

APPLICATION OF THE LINEAR REGRESSION METHOD FOR SOLVING TRANSPORT PROBLEMS

Neveikov A.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Rolich O. Ch. – Ph.D. assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. Research method for solving problems by linear regression using machine learning. A model has been created that predicts the movement of vehicles on the road section. The influence of the dependencies of the parameters on the congestion of the road section, the expected error of this assessment, is estimated.

Keywords: linear regression, machine learning, transportation problem, linear trend

УДК 725.5.05:615.471

АНАЛИЗ ЭСТЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФА PAGEWRITER TC10

Карпович Н.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Алефиренко В.М. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. В работе проведен анализ эстетических характеристик электрокардиографа *PageWriter TC10*. Для анализа композиционного построения аппарата использовались такие инструменты композиции как форма и пропорции, а для цветового анализа – цветовые ассоциации.

Ключевые слова: медицинская электроника, аппаратура для функциональной диагностики, электрокардиограф, анализ эстетических характеристик, композиция, цвет.

Введение. Целостность композиции любого изделия и единство его элементов проявляются в таком качестве, как гармоничность. Сгармонизированные элементы находятся между собой в неразрывной связи, во взаимной соразмерности и в соподчинении. Соподчинение устанавливает единство и целостность композиции [1].

Для анализа композиционного построения электрокардиографа используются такие инструменты композиции, как форма и пропорции [2], а для цветовой композиции – цветовые ассоциации [3].

Основная часть. На основании проведенного обзора медицинской аппаратуры для функциональной диагностики с целью исследования эстетических характеристик были выбраны четыре типовые модели [4], одной из которых является электрокардиограф *Page Writer TC10*, представленный на рисунке 1.



Рисунок 1 – Электрокардиограф *PageWriter TC10*

Форма электрокардиографа *PageWriter TC10* является целостной и упорядоченной. Расположение функциональных зон представлено на рисунке 2.

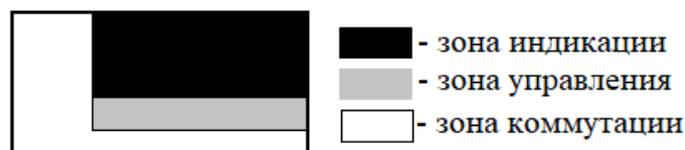


Рисунок 2 – Расположение функциональных зон электрокардиографа

Проведем анализ математических пропорций электрокардиографа *PageWriter TC10* (рисунок 3).

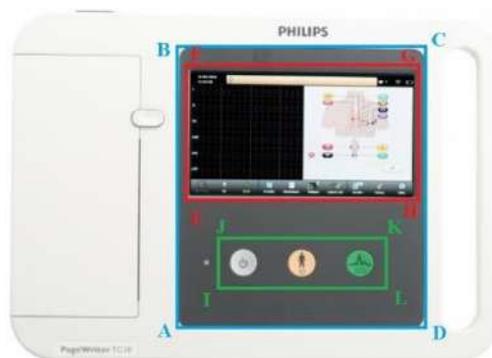


Рисунок 3 – Анализ математических пропорций электрокардиографа *PageWriter TC10*

Определим наличие пропорций между следующими прямоугольниками: *ABCD* и *EFGH*, *EFGH* и *IGKL*. Для удобства расчета повернем прямоугольник *ABCD* на 90 градусов.

Пропорциональное соотношение *ABCD* и *EGFH*:

$$\frac{BC}{EF} = \frac{16,7}{8,59} = 1,94$$

$$\frac{AB}{FG} = \frac{20,8}{15,4} = 1,35$$
(1)

Пропорциональное соотношение *EFGH* и *IGKL*:

$$\frac{EF}{IJ} = \frac{8,59}{3,5} = 2,45$$

$$\frac{FG}{JK} = \frac{15,4}{11,4} = 1,35$$
(2)

Анализ электрокардиографа *PageWriter TC10* показал отсутствие математических пропорций между выбранными прямоугольниками.

Анализ геометрических пропорций электрокардиографа *PageWriter TC10* представлен на рисунке 4.



Рисунок 4 – Анализ геометрических пропорций электрокардиографа *PageWriter TC10*

$$\frac{a}{b} = \frac{20,8}{15,4} = 1,35$$

$$\frac{b}{c} = \frac{15,4}{11,4} = 1,35 \quad (3)$$

Можно сделать вывод, что данный электрокардиограф выполнен в соответствии с геометрическими пропорциями.

Проведем расчет пропорции «золотое сечение» для электрокардиографа *PageWriter TC10* (рисунок 5).



Рисунок 5 – Анализ пропорции «золотого сечения» электрокардиографа *PageWriter TC10*

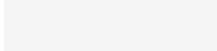
$$\frac{AB}{BC} = \frac{11,7}{18,3} = 0,639$$

$$\frac{BC}{AC} = \frac{18,3}{30} = 0,61$$

Полученные значения приблизительно равны и близки к требуемому значению (0,618). На основании этого делаем вывод о наличии пропорции «золотого сечения».

При проектировании электрокардиографа *PageWriter TC10* было использовано небольшое количество цветов, что обусловлено малым количеством элементов на панели управления. Три кнопки имеют свой хорошо выраженный цвет. Характер ассоциаций при восприятии цветов электрокардиографа *PageWriter TC10* представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Характер ассоциаций при восприятии цветов электрокардиографа *PageWriter TC10*

Цвет	Ассоциации									
	Теплый	Холодный	Легкий	Тяжелый	Отступающий	Выступающий	Возбуждающий	Угнетающий	Успокаивающий	
Дымчато-белый 			+							
Сигнальный серый 				+						
Космос 				+						

Желто-персиковый 	+		+			+	+		
Нефритовый 		+	+		+				+

Цвета электрокардиографа *PageWriter TC10* идеально сочетаются между собой, что не будет приводить к утомлению и угнетению работающего человека.

Заключение. Проведен анализ эстетических характеристик электрокардиографа *PageWriter TC10*. Определено, что форма прибора является целостной и упорядоченной. При проведении анализа математических пропорций установлено, что электрокардиограф выполнен в соответствии с геометрическими пропорциями, имеет пропорции «золотого сечения».

Список литературы

1. *Эргономика: принципы и рекомендации / под ред. В. М. Мунипова. – М. : ВНИИТЭ, 1981. – 272 с.*
2. *Сомов, Ю.С. Композиция в технике / Ю.С. Сомов. – М.: Машиностроение, 1987. – 288 с.*
3. *Шпара, П.Е. Техническая эстетика и основы художественного конструирования / П.Е. Шпара. – Киев: Вища школа, 1984. – 200 с.*
4. *Карпович, Н. С. Обоснование и выбор типологических видов аппаратуры функциональной диагностики для анализа эстетических характеристик / Карпович Н. С., Алефиренко В. М. // Science Time. – 2022. – № 1(97). – С. 50–56.*

UDC 725.5.05:615.471

ANALYSIS OF THE AESTHETIC CHARACTERISTICS OF THE PAGEWRITER TC10 ELECTROCARDIOGRAPH

Karpovich N.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Alefirenko V.M. – Ph.D. assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The paper analyzes the aesthetic characteristics of the PageWriter TC10 electrocardiograph. To analyze the compositional construction of the apparatus, such compositional tools as shape and proportions were used, and for color analysis, color associations were used.

Key words: medical electronics, equipment for functional diagnostics, electrocardiograph, analysis of aesthetic characteristics, composition, color.

УДК 056.072.052

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ОБЛАСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК

Понкратов А.М.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Тонкович И.Н. – канд.хим.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Обоснована необходимость использования цифровых технологий в сфере автомобильных пассажирских перевозок. Сделаны выводы о целесообразности их внедрения в практику предприятий, занимающихся пассажирскими автомобильными перевозками.

Ключевые слова: пассажирские перевозки, транспортная компания, цифровизация, цифровая трансформация, интернет вещей, большие данные, блокчейн

Введение. В настоящее время проблема комплексной или частичной автоматизации стала актуальной для каждого предприятия. Современные условия для работы по обслуживанию клиентов требуют того уровня, при котором обслуживающая система предприятия обрабатывает данные в реальном времени в многопользовательском режиме. Весь оборот документов осуществляется на компьютере, и вся информация хранится в специальных базах. Основными задачами автомобильного пассажирского транспорта являются полное и своевременное удовлетворение потребностей всех отраслей экономики и населения в перевозках, повышение эффективности и качества работы транспортной системы.

В этих условиях оперативное управление пассажирскими перевозками приобретает важное экономическое значение, так как от его качества и оперативности зависит снижение эксплуатационных затрат на перевозки и получение дополнительных доходов от них. Для выполнения этих задач необходимо совершенствовать процессы организации и управления перевозками, обеспечить дальнейшее совершенствование планирования работы транспорта, снизить транспортные издержки, расходы ресурсов на выполнение рейса.

В современных условиях конкурентоспособными станут предприятия с высоким уровнем цифровизации. Во многих областях деятельности востребованы искусственный интеллект, роботизированные технологии, блокчейн, облачное хранение данных, аналитика, большие данные [1].

Сфера автомобильных пассажирских перевозок столкнулась с необходимостью изменений в условиях цифровой трансформации. Правильное понимание цифровых трендов, инноваций позволит как повысить эффективность субъектов транспортного рынка, так и получить конкурентные преимущества в краткосрочной перспективе.

В работе выполнен обзор цифровых решений в сфере автомобильных пассажирских перевозок.

Основная часть. Одной из инноваций для пассажиров стало появление таргетированных уведомлений. Рассылка может быть выполнена с помощью SMS-сообщений либо с помощью *push*-уведомлений при наличии у перевозчика мобильного приложения. С их помощью появляется возможность оперативно информировать клиентов транспортных компаний как о любых внештатных ситуациях, будь то задержка рейса или его отмена, так и о каких-либо возможностях [2].

Значительно повысить эффективность транспортного предприятия позволит технология цифровых «двойников». Издание «*The Gartner*» включило эту технологию в список наиболее перспективных в 2020 году [3]. Цифровой двойник – это цифровая копия физического объекта либо процесса, помогающая повысить эффективность бизнеса. Даже при наличии минимального объема данных, технология позволяет воспроизводить ключевые показатели объекта, несмотря на его сложность. Цифровые двойники уже широко используются во

многих отраслях. В области перевозок в эти модели включается информация обо всех механизмах, их техническом состоянии и сроках ремонтов. Данные постоянно обновляются. Система позволит перейти от планового ремонта подвижного состава «по расписанию» к ремонту по потребности, откроется картина сервиса и ремонтных работ. Следствием этого будет являться повышение безопасности эксплуатации транспортных средств, а, следовательно, снизится количество дорожно-транспортных происшествий. Также цифровые технологии обеспечивают идентификацию и мониторинг перемещения всех физических объектов с помощью *RFID*-меток или *QR*-кодов на запчастях и агрегатах, объединяя их в одну систему. Существуют примеры, когда программное обеспечение измеряет степень износа тормозных колодок с помощью искусственного интеллекта. Такое решение повышает эффективность использования запасных частей и минимизирует риск ошибок [4].

Цифровые технологии помогают в планировании работы персонала. Например, с помощью устройств интернета вещей становится легче следить за ремонтом. Перевозчики видят: заменили ли рабочие нужные запчасти, выполнили ли необходимый объем работы и уложились ли в отведенное время. Если что-то не удалось, то можно понять, что послужило причиной отклонений. Кроме того, устройства интернета вещей повышают прозрачность эксплуатации транспортных средств: видно, ездят ли они по запланированным маршрутам и нет ли неконтролируемых расходов топлива и прочих эксплуатационных жидкостей [2].

В последние годы набирает популярность внедрение в пассажирские перевозки технологии блокчейн – распределенной базы данных, которая и представляет собой построенную по определенным правилам последовательную цепочку блоков, которые содержат какую-либо информацию. Эта технология также попала в топ «*The Gartner*» [3]. Одним из примеров её применения является обеспечение безопасности пассажиров при перевозке. Выделяя преимущества нескольких проектов, можно определить общий положительный эффект от применения технологии в отрасли. При регистрации на платформе водители обязаны предоставить документацию, подтверждающую их личность, водительские навыки и отсутствие судимостей. Кроме того, благодаря структурированности и электронному формату предоставляемые данные можно автоматически проверять, используя связь с внешними официальными базами данных, которые ведут соответствующие службы по выдаче документов. Также в блокчейн-систему могут записываться все штрафы, аварийные случаи водителя за время работы в пассажирских перевозках. Не менее важной особенностью является возможность ведения всей документации в блокчейн-системе. Таким образом, контролирующие органы в случае необходимости смогут получить информацию о поездке. Пассажир же, в свою очередь, сможет, например, получить командировочный билет для предоставления его по месту работы. Интеграция *GPS*-датчиков с этой системой позволит обезопасить поездку, так как информация о передвижении транспорта во время поездки с пассажиром будет фиксироваться в распределенный реестр, где сохранится в открытом доступе для всех пользователей [5].

Еще одним применением технологии блокчейн в транспортной отрасли является стандартизация методов оплаты проезда. Транспортные компании, внедрившие такой набор технологий, говорят о сокращении операционных затрат на ведение инфраструктуры транспорта. Для пользователей удобство повысилось за счет создания привязанного электронного кошелька и возможности его безналичного пополнения. Нельзя не отметить, что в перспективе блокчейн-технология позволит оптимизировать транспортную систему, собрав необходимую статистическую информацию для разработки условий, которые будут выгодны отдельным категориям населения, эффективны для государства и удобны остальным пользователям в плане транспортной загруженности. Некоторые категории населения, например, работники предприятий, в большинстве имеют схожие временные интервалы для транспортных перемещений или схожее время в пути с расчетом в определенный период времени. Получаемая статистика по их перемещениям позволит выделить данные цифры и предложить новые условия организации проезда, ограничивающие время транспортных перемещений, но за более низкую цену. Выигрыш для транспортной инфраструктуры будет

достигнут за счет снижения загруженности, так как эти категории граждан не будут пользоваться транспортом в случае отсутствия необходимости или возможности из-за временных ограничений [6].

Отдельного внимания заслуживает внедрение технологий больших данных. Наибольший интерес представляют динамические данные, собираемые с различных данных и устройств, находящихся непосредственно на объекте исследования. В СНГ в транспортной отрасли используется преимущественно система «ЭРА-ГЛОНАСС». На основании лишь одного датчика этой системы сегодня можно выявлять и анализировать загруженность, типовые траектории объезда пробок в отдельно взятых секторах города, выявление новых аварийных участков, плохо регулируемых перекрестков, выявление на основе типовых траекторий объезда проблемных ситуаций с самой инфраструктурой города, факторы сезонности. Датчики GPS/ГЛОНАСС и акселерометры собирают статистику об управлении автомобилем и его состоянии. Качество вождения перевозчики контролируют и с помощью видеокамер. На основе данных по качеству вождения формируется рейтинг водителей, который помогает при разборе жалоб пассажира и мотивации персонала. К тому же архив видеоданных позволяет расследовать инциденты, а в реальном времени эти датчики помогают управлять дорожным движением [7].

Заключение. Выполнен обзор цифровых решений в сфере автомобильных пассажирских перевозок. Внедрение таких технологий, как интернет вещей, большие данные и блокчейн, повысит эффективность деятельности транспортной компании и уровень качества предоставляемых пассажирам услуг.

Список литературы

1. Булойчик, А.А. *Big data в сфере автосервиса: направления использования* / А.А. Булойчик, И.Н. Тонкович // *BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня: сб. материалов VI Междунар. науч.-практ. конф. (Республика Беларусь, Минск, 20-21 мая 2020 года): в 3 ч. Ч. 3 / редкол. : В.А. Бозуи [и др.]*. – Минск : Бестпринт, 2020. – С. 278-281.
2. ХайТекФМ [Электронный ресурс]. – 2020 – Режим доступа: <https://hightech.fm/2020/07/15/iot-transport-russia>.
3. The Gartner [Электронный ресурс]. – 2019 – Режим доступа: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2020>.
4. VC [Электронный ресурс]. – 2020 – Режим доступа: <https://vc.ru/transport/152429-cifrovye-dvoyniki-i-ih-primeneniye-v-zheleznodorozhnoy-otrasli>.
5. БиСтади [Электронный ресурс]. – 2021 – Режим доступа: https://bstudy.net/764077/politika/blokcheyn_transporte.
6. Приложение блокчейн на транспорте / Д.Е. Намиот [и др.] // *International Journal of Open Information Technologies*. – 2017. – Т. 5, № 12. – С. 130-134.
7. IoT [Электронный ресурс]. – 2017 – Режим доступа: <https://iot.ru/monitoring/anatomiya-bolshikh-dannykh-v-transporte>.

UDC 056.072.052

DIGITAL TRANSFORMATION OF LOGISTICS PROCESSES IN THE DOMAIN OF AUTOMOBILE PASSENGER TRANSPORTATION

Ponkratov A.M.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Tonkovich I.N. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The necessity of using digital technologies in the field of road passenger transportation is substantiated. Conclusions are drawn about the feasibility of their introduction into the practice of enterprises engaged in passenger road transport.

Keywords: passenger transportation, transportation company, digitalization, digital transformation, Internet of things, big data, blockchain

ПОРТАТИВНЫЙ СКАНЕР *BAR*-КОДОВ И *NFC*-МЕТОК

Русак И. В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Ролч О. Ч. - канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Создан портативный сканер *BAR*-кодов и *NFC*-меток. Были проведены сканирования *BAR*-кодов различных товаров по стандарту *EAN-13*, а также низкочастотных пассивных *NFC*-меток.

Ключевые слова. микроконтроллер, *BAR*-код, *NFC*-метка, сканер.

Введение. Сканеры *BAR*-кодов и *NFC*-меток (*BAR-NFC*) применяются в умных приложениях бесконтактного сбора, хранения и обработки информации, в системах контроля и управления доступом, в торговле, медицине, рекламе, природоведении и иных сферах с целью повышения удобства жизнедеятельности и ускорения процессов принятия решений за счёт автоматизации считывания и анализа данных [1, 2].

На базе современных недорогих и быстродействующих микроконтроллеров имеется возможность разработки портативного сканера *BAR-NFC* с низким энергопотреблением.

Разрабатываемый портативный сканер необходим для идентификации и распознавания меток на близких расстояниях. Данное устройство может применяться в торговой и промышленной сферах для считывания *BAR*-кодов товаров, а также может осуществляться сканирование меток товаров, представляющие собой большую ценность при помощи технологии *NFC*. Для улучшения работы сканирования *NFC*-меток можно применять пассивные низкочастотные метки. Они позволяют легко и быстро производить считывание за счёт лишь опознавания их идентификационного номера.

Основная часть. В структуре предлагаемого *BAR-NFC*-сканера, центральным элементом выступает распространённый микроконтроллер *STM32F103x8* с архитектурным ядром *ARM Cortex-M3*. К нему по интерфейсам *UART* и *SPI* подключены непосредственно адаптеры *E1005* *BAR*-кодов и *PN532* *NFC*-меток с несущей частотой 125 кГц. Считанные коды и метки отображаются на символьном двухстрочном дисплее *BL0802* и могут быть переданы компьютеру по *USB* через порт *miniUSB* связи. Одна из строк символьного дисплея предназначена для визуализации способом бегущей строки значений *NFC*-меток, а другая – *BAR*-кодов. Портативность прибора обеспечивается как автономностью его питания от *Li-Ion* или *Li-Pol* аккумулятора с миниатюрным блоком заряда и защиты на базе микросхемы *TP4056*, так и за счёт небольших размеров составляющих его элементов и модулей. Для зарядки аккумулятора предусмотрен стандартный разъём *microUSB*, для отладки программы – средства интерфейса *SWD*.

В разработанном *BAR-NFC*-сканере применяются стандартные интерфейсы *I2C*, *UART*, *SPI*, присущие любому микроконтроллеру, в том числе, наиболее недорогому с небольшим количеством выводов. Поэтому предлагаемая схема достаточно быстро может быть трансформирована в аналогичный прибор на базе микроконтроллера с недорогим ядром *ARM Cortex-M0* или с более современным и энергосберегающим ядром *ARM Cortex-M33*. Таким образом после перечисленных структурных компонентов устройства можно смоделировать портативный сканер *BAR*-кодов и *NFC*-меток. На рисунке 1 представлена визуализированная модель устройства.

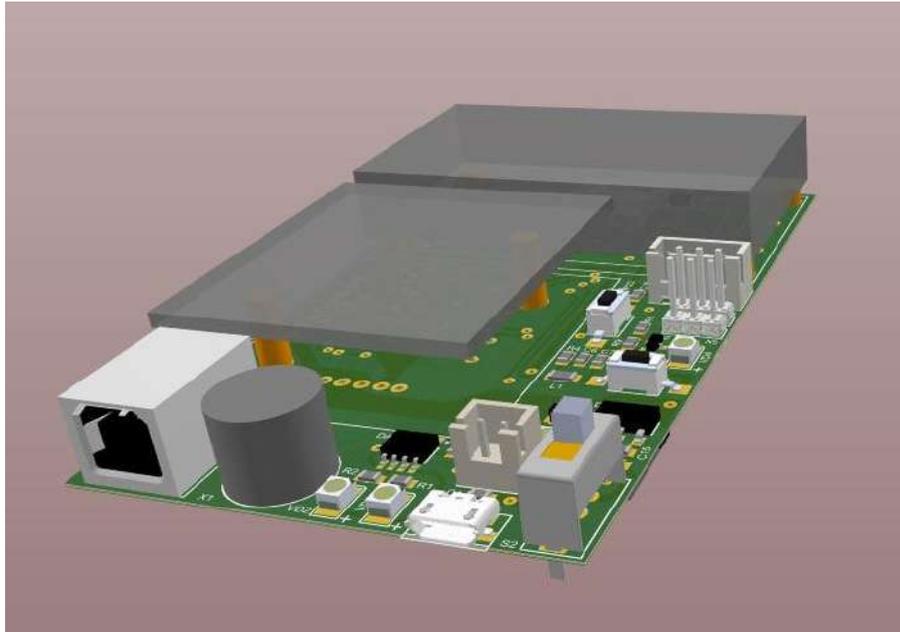


Рисунок 1 – 3D модель сканера *BAR*-кодов и *NFC*-меток

Кроме визуализированной модели, для предлагаемого прибора разработаны схема электрическая принципиальная, печатная плата и действующий макетный образец.

Портативный сканер *BAR*-кодов и *NFC*-меток после запуска производит инициализацию функциональных модулей и других компонентов. При сканировании *BAR*-кода, необходимо навести камеру сканера на код стандарта *EAN-13*. После этого следует нажать на кнопку, находящуюся на нижней стороне устройства. Сканер произведет считывание при помощи лазерного луча. Затем декодирует код и передаст его в микроконтроллер, а после на дисплей. Для технологии *NFC* используется специальный модуль и метки с разными частотами. Перед запуском устройства необходимо задать частоту сканирования меток. Затем после программной настройки и запуска устройства нужно поднести метку на расстояние в один сантиметр, и она будет считана. Полученные данные будут декодированы и после отображены на дисплее устройства.

Данное устройство имеет реальный прототип, готовый выполнять сканирование *BAR*-кодов и *NFC*-меток. На рисунке 2 показан вид сверху и снизу модуля.



Рисунок 2 – Вид портативного сканера сверху и снизу

На виде сверху представлен дисплей, предназначенный для отображения отсканированных данных, непосредственно микроконтроллер и кнопка, предназначенная

для очищения данных на дисплее. На виде снизу находятся сканер *BAR*-кодов, кнопка для запуска сканирования кодов, также сканер *NFC*-меток и функциональные разъемы.

Заключение. Выполнено создание портативного сканера *BAR*-кодов и *NFC*-меток на базе микроконтроллера *STM32F103C8T6*. Были протестированы *BAR*-коды по стандарту *EAN-13*, а также *NFC*-метки с различной частотой. Работа с низкочастотными метками оказалась более эффективной за счет быстродействия и простоты сканирования.

Список литературы

1. Галкин, П. В. Модель программно-аппаратной системы контроля доступа на базе радиочастотной идентификации / П. В. Галкин, Д. Ю. Штых // *Научный взгляд в будущее*. – 2019. – Т. 1. – № 12. – С. 9 – 20. – Режим доступа: https://openarchive.nure.ua/bitstream/document/8306/1/Galkin_Shych_SLIF_2019_12_01.pdf.
2. Зайцев, М. Г. Устройство доступа на базе RFID-считывателя *RC522* и микроконтроллера семейства *ARM Cortex-M3* / М. Г. Зайцев, О. Ч. Ролч // *Интеллектуальные и сенсорные системы –2016: сборник научных трудов по материалам республиканской студенческой научно-технической конференции*. – Минск : БНТУ, 2016. – Режим доступа: https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/24560/Ustrojstvo_dostupa_na_baze_RFID_schityvatelya_RC522.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

UDC 621.398; 004.351; 004.352.246

PORTABLE BAR CODE AND NFC SCANNER

Rusak I. V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Rolich O.Ch. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. A portable scanner for *BAR* codes and *NFC* tags has been created. *BAR* codes of various products were scanned according to the *EAN-13* standard, as well as low-frequency passive *NFC* tags.

Keywords: microcontroller, *BAR* code, *NFC* tag, scanner.

УДК 004.931

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИГНАЛОВ ПОКОЯ MEMS-АКСЕЛЕРОМЕТРА

Ващилев А.Д., Туровец Н.О.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Ролит О.Ч. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Экспериментально исследованы частотные характеристики сигналов покоя MEMS-акселерометра типа *KX003-1077*. Предложен спектрально-статистический способ исследования частотных характеристик MEMS-датчика. Установлено, что последовательность выходного сигнала MEMS-акселерометра в состоянии покоя подчиняется закону нормального распределения, а сам процесс является стационарным.

Ключевые слова: MEMS-акселерометр, частотные характеристики, спектрально-статистический анализ

Введение. Исследование частотных характеристик сигналов MEMS-датчиков в составе любого прибора инерциальной навигации является важной составляющей построения модели функционирования прибора. Сложность решения данной задачи может быть связана с тем, что шумовые составляющие сигнала датчика, в частности, в состоянии его покоя, могут значительным образом влиять на итоговые значения измерений. Следовательно, необходимо провести анализ частотных характеристик сигналов покоя MEMS-акселерометра.

Основная часть. Исследование проводилось на основе прибора инерциальной навигации на базе 3-х осевого акселерометра *KX003-1077* [1]. Снятие выходных значений акселерометра производилось при частоте дискретизации 400 Гц.

Для исследования частотных характеристик датчика предлагается спектрально-статистический способ анализа сигналов MEMS-акселерометра, суть которого заключается в совместном анализе спектрограммы и двумерной гистограммы, формируемой им последовательности.

Статистический анализ, наряду со спектральным, являются наиболее популярными инструментами технического анализа больших данных и их потоков в масштабе реального времени [2]. Исследование предлагаемого способа анализа выходных сигналов MEMS-акселерометра проведены на множестве функций современной программно-математической среды *MATLAB*.

Для получения представленных на рисунках 1-4 результатов, взят выходной сигнал датчика-акселерометра последовательностью 32768 элемента. При построении гистограммы распределения плотностей применялась стандартная функция *histogram()*, количество гистограммных уровней при этом выбиралось равным 256 элементам. При построении спектрограммы для оконных преобразований использовалась весовая функция Хэмминга [3]. Для построения двумерной гистограммы применялась стандартная функция *hist3()* с последующим ее отображением в двумерном пространстве.

Из результата спектрально-статистического преобразования видно, что выходной сигнал представляет стационарный процесс (шум) с неизменяющимися во времени плотностью и размахом локальных колебаний. Результаты рисунка также подтверждают принадлежность последовательности выходного сигнала нормальному распределению.

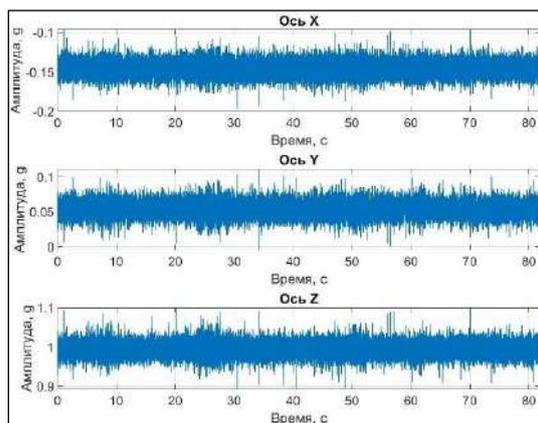


Рисунок 1 – График числовой последовательности сигнала

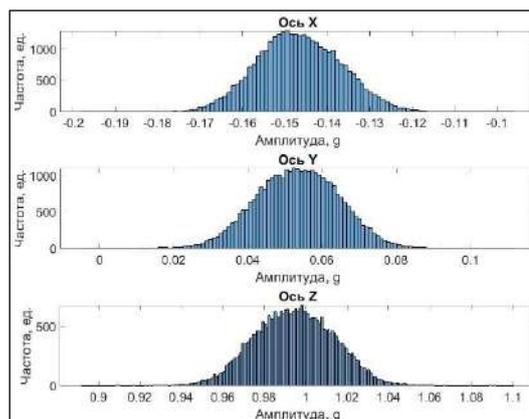


Рисунок 2 – Гистограмма уровней плотности числовой последовательности

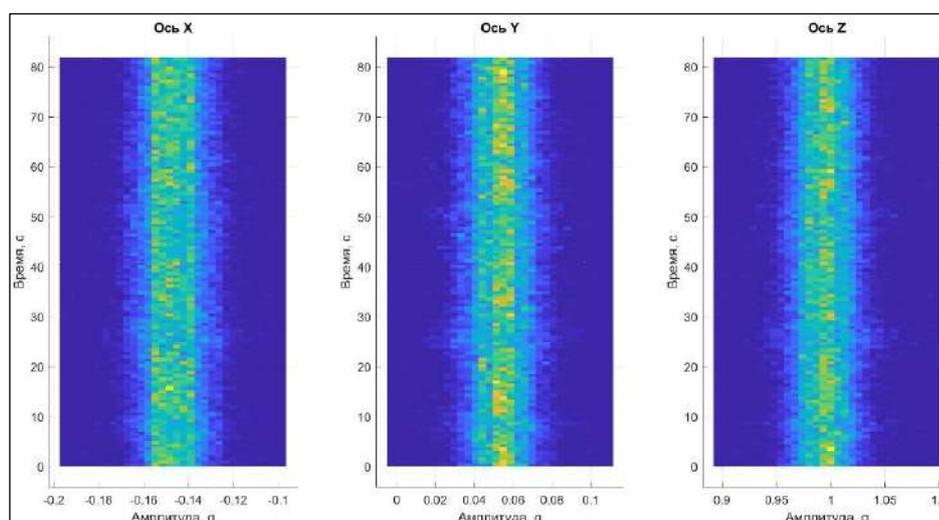


Рисунок 3 – Палитризованная двумерная гистограмма числовой последовательности

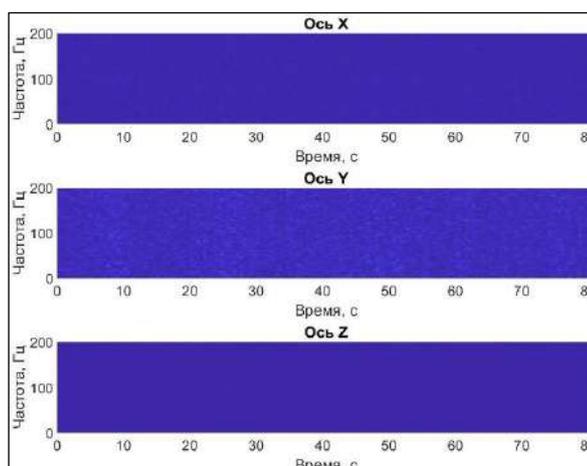


Рисунок 4 – Палитризованная спектрограмма числовой последовательности

Следует отметить, что получившаяся спектрограмма числовой последовательности сигнала *MEMS*-акселерометра в неполной степени является информативной, даже с учётом того, что процесс стационарный. Для большей наглядности значения амплитуд можно перевести в логарифмический масштаб [4]. На рисунке 5 изображена палитризованная спектрограмма числовой последовательности в логарифмическом масштабе.

Можно заметить, что на графике присутствуют малозаметные повторяющиеся образы сигнала. Это свидетельствует о том, что на работу датчика-акселерометра могут оказывать влияния другие системы, например, подсистема питания прибора. Не стоит исключать и того, что сам MEMS-акселерометр может являться источником шума.

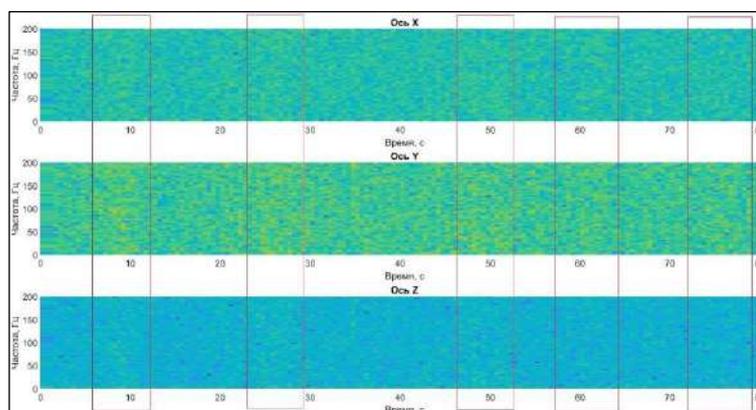


Рисунок 5 – Палитризованная спектрограмма числовой последовательности с выделенными образами

Обнаруженные отдельные виды шума требуют детального исследования для установления истинной причины их появления.

Заключение. Выполнен анализ частотных характеристик сигналов покоя MEMS-акселерометра. Предложен спектрально-статистический способ оценки частотных характеристик MEMS-акселерометра, позволяющий определять стационарность или нестационарность процесса. Установлено наличие шума в сигнале датчика-акселерометра, выражающееся в присутствующих на спектрограмме и двумерной гистограмме повторяющихся образов.

Список литературы

1. Вацлов, А.Д. Прибор инерциальной навигации на основе MEMS-датчиков / А.Д. Вацлов, О. Ч. Ролич // Новые информационные технологии в научных исследованиях НИТ-2021: сб. материалов XXVI Всерос. науч.-техн. конф. / отв. ред. А.В. Коняхин. – Рязань : РГРТУ, 2021. – С. 253-255.
2. Пурькова, М. В. Алгоритм статистического анализа данных / М. В. Пурькова, О. Ч. Ролич // Интеллектуальные, сенсорные и мехатронные системы-2021 : сборник научных трудов (по материалам студенческих научно-технических конференций). – Минск: БНТУ, 2021. – С. 26-28.
3. Endaq // *Vibration Analysis: FFT, PSD, and Spectrogram Basics* [Electronic resource]. – Mode of access : <https://blog.endaq.com/vibration-analysis-fft-psd-and-spectrogram>. – Date of access : 28.03.2022.
4. Хабр. Как нейронная сеть SincNet выделяет значимые частоты в звуке через Back Propagation [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://habr.com/ru/post/462527>. – Дата доступа : 28.03.2022.

UDC 004.931

RESEARCH OF FREQUENCY CHARACTERISTICS OF SIGNALS OF MEMS ACCELEROMETER AT REST

Vashchylau A.D., Turovets N.O.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Rolich O.Ch. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. Frequency characteristics of signals of KX003-1077 MEMS accelerometer at rest are studied experimentally. Statistical spectral method for studying the frequency characteristics of the MEMS sensor is proposed. It has been established that sequence of the output signal of the MEMS accelerometer at rest obeys the normal distribution law and the process itself is stationary.

Keywords: MEMS accelerometer, frequency characteristics, statistical spectral analysis

ВЫБОР МАТЕРИАЛОВ ГИБКИХ ПОДЛОЖЕК ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК $\text{Cu}_2\text{NiSn}(\text{Se},\text{S})_4$

Осмоловская Т.Н.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Станчик А.В. – канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Проведён литературный анализ ряда материалов, применимых в качестве гибких подложек для формирования $\text{Cu}_2\text{NiSn}(\text{Se},\text{S})_4$. Показано, что важнейшими параметрами являются шероховатость поверхности, температурный коэффициент линейного расширения, максимальная температура подложки и процесс последующего внедрения натрия.

Ключевые слова: температурный коэффициент линейного расширения, полупроводниковые материалы, гибкие подложки

Введение. Полупроводниковые материалы на основе $\text{Cu}_2\text{NiSn}(\text{Se},\text{S})_4$ рассматриваются в качестве перспективных материалов в оптоэлектронике, т.к. обладают высокими значениями коэффициента оптического поглощения $\alpha > 10^4 \text{ см}^{-1}$, высокой радиационной стойкостью, оптимальными значениями ширины запрещённой зоны для поглощения солнечного излучения [1]. Безусловно, силикатное стекло (*SLG*) является наиболее отработанным, и соответственно, предпочтительным материалом для промышленного производства жестких тонкопленочных солнечных элементов (ТСЭ), поскольку полностью удовлетворяют базовым требованиям к подложке. Кроме того, диффузия Na из стекла в поглощающий слой оказывает положительный эффект на его характеристики, что позволяет исключить из цикла дополнительный процесс введения Na. Поскольку стеклянные подложки могут иметь очень малые толщины (вплоть до 30 мкм), возможно создание СЭ на стеклянных подложках. Главным и наиболее серьезным недостатком стеклянных подложек является их низкая механическая прочность и негибкость, что значительно ограничивает область применения. Многочисленными преимуществами обладают высокоэффективные тонкие, легкие модули на гибких подложках (не стеклянных), пригодных для непрерывного технологического процесса “с катушки на катушку”.

Важнейшим при этом показателем является согласование температурных коэффициентов линейного расширения (ТКЛР). В данной статье автором проведён обзор ряда материалов, используемых в качестве гибких подложек с целью выбора оптимального решения.

Основная часть. На данный момент только полиимид является полимером, который в достаточной степени всем критериям. Этот не плавящийся материал с толщиной $d \geq 7.5 \text{ мкм}$ поставляется рядом производителей за приемлемую цену. Другими полимерными материалами с подобными свойствами близкой температурой плавления являются полибензимидазол (*PBI*) и полибензоксазол (*PBO*). Оба этих материала являются более дорогими, чем полиимид и менее доступны в качестве пленок. Только полиимид, выдерживающий температуры порядка $400 \text{ }^\circ\text{C}$ и выше является доступным материалом. Пленки из полиимида являются легкими, имеют изолирующие свойства и более гладкую поверхность чем металлические фольги, однако имеют относительно низкую термостабильность и более высокий ТКЛР. Только некоторые из них имеют ТКЛР менее $30 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ и относительно устойчивы к вакуумным процессам.

Обычно, возрастание КТР полимеров с ростом температуры происходит при температуре более высокой, чем температура деструкции стекла, которая значительно ниже температуры их разложения. Соответственно, для некоторых полимеров температура осаждения *CIGS* слоя ограничена скорее несоответствием коэффициентом термического

расширения, а не их термостабильностью. Коммерчески доступными полимерными пленками для осаждения *CIGS* слоя являются *Upilex-S* and *Kapton-E*, температура разложения которых является достаточно высокой, превышающей 500 °С, и имеющих относительно низкий по сравнению с другими полимерами КТР (таблица 1).

Таблица 1 – Свойства материалов для гибких подложек [2-10]

Материал	СТЕ (10 ⁻⁶ К ⁻¹)	Ts; max (°C)	Примечание
Стекло <i>SLG</i>	9 - (20–300 °C)	600	Стандартная стеклянная подложка, содержащая <i>Na</i> , <i>K</i> и т.д.
Стекло <i>Corning 7059</i>	4.6	>600	<i>Alkali-free</i> стекло
Нержавеющая сталь	10–11	>600	Диффузия <i>Fe</i> , <i>Ni</i> , <i>Cr</i> и т.д.; подложки низкой стоимости
<i>Ti</i>	8.6	>600	Низкая диффузия <i>Ti</i> , ограниченная чистота <i>Ti</i>
<i>Ni/Fe</i> -сплав, например, <i>Kovar</i>	5–11	>600	Должно быть хорошее согласование СТЕ
<i>Al₂O₃</i>	6-8	>600	
<i>Al</i>	23–24	600	Низкая стоимость, малый вес, очень высокий СТЕ
<i>Mo</i>	4.8-5.9 (20-600 °C)	>600	
<i>Kapton-E</i>	16 (15-200 °C)	<500 ^a	Полиимид
<i>Upilex-S</i>	12–24 (20–400 °C)	<500 ^a	Полиимид
<i>Cu₂NiSn(Se,S)₄</i>	11.2–11.4 (20 °C)		

Как металлы, так и фольги обычно не содержат *Na*, что приводит к необходимости его дополнительного введения. Это обстоятельство может быть недостатком при упрощении технологического процесса, однако, в то же время преимуществом, обеспечивающим однородность, и соответственно, воспроизводимость процесса. Более того, подложки, не содержащие *Na*, могут быть необходимы при низкотемпературных процессах формирования *Cu₂NiSn(Se,S)₄* слоя, при которых внедрение *Na* после синтеза является положительным фактором. Существует широкий выбор металлических фольг, удовлетворяющих этим критериям.

Нержавеющая сталь, молибден и даже медь успешно применяются в различных лабораториях в качестве подложек [2-8]. Кроме того, в *ZSW* проведены успешные испытания специального сплава (а. и., *Fe/Ni/Co*- сплав *Kovar*) с низким ТКЛР [1-5]. С другой стороны, дешевые *Al* фольги оказались непригодными в связи очень высоким КТР [*i*], а *Ti* фольги, имеющие превосходные физические характеристики (вес = 4.51 г/см³ и КТР = 8.4 10⁻⁵К⁻¹), соответствующие поглощающему слою, стоят достаточно дорого. По этой причине *Ti* фольги являются очень перспективным материалом для космического назначения.

Преимуществом *Mo* фольг является возможность их использования в качестве темнового контакта. Однако это преимущество не может компенсировать то обстоятельство, что *Mo* имеет высокую стоимость и высокий удельный вес.

Медные (*Cu*) подложки могут представлять значительный интерес для специальных технологических процессов [6-10]. **Ошибка! Закладка не определена.** Однако, в связи с их высокой стоимостью, сравнимой с нержавеющей сталью, большим КТР и вязкостью, медные фольги не являются предпочтительным материалом. Таким образом, сталь может служить наиболее перспективным материалом для наземного назначения, в особенности с учетом потенциальной возможности снижения стоимости жестких тонкопленочных модулей.

Следующим аспектом альтернативных материалов для подложек является их поверхностная морфология. Особенностью металлических фольг является зависимость их морфологии от типа процесса их прокатки, приводящего к образованию глубоких канавок, выступов и каверн. Промышленно доступные металлические листы фольг проявляют

различную текстуру поверхности (шероховатость), возникающую в процессе производственном прокатки. Для устранения неоднородностей и каверн фольги обычно полируются или покрываются выравнивающим слоем. Как правило, шунтирование вызывается значительными изменениями высоты поверхности (ступеньками или кавернами), а не ее средней шероховатостью. Средняя шероховатость поверхности является менее важным фактором, чем ее максимальная неоднородность, которая может достигать $2 \mu\text{m}$ для стандартных промышленных фольг. Все неоднородности, препятствующие росту сплошной пленки, могут приводить к образованию сквозных отверстий между фронтальным и тыльным контактами. Другим источником шунтирования являются частицы, прилипающие к поверхности. Таким образом, процесс очистки должен быть включен в технологический цикл создания подложек. В принципе, специально отполированные фольги могут поставляться в значительных количествах порядка тонн. Альтернативным процессом может быть механическая полировка или в определенной степени – электролитическая.

Заклучение. Рассмотрены основные материалы, пригодные для формирования тонких пленок на гибких подложках. Показано, что базовым материалов по-прежнему остаётся кальциево-натриевое стекло в следствии отработанности процесса формирования тонких плёнок, высоких температур плавления, диффузии натрия в поглощающий слой, однако с учётом требований производства современных ТСЭ ряд материалов таких как нержавеющая сталь, полиимид могут успешно применяться для формирования ТСЭ.

Список литературы

1. Ait elhaj D., El kissani, A., Elyaaoubi, M., Ait dads H., Welatta, F., Nkhaili, L., ... Outzourhit, A. (2020). Development of $\text{Cu}_2\text{NiSnS}_4$ based thin film solar cells without a sulfurization step. *Materials Science in Semiconductor Processing*, 107, 104811. doi:10.1016/j.mssp.2019.104811.
2. N.G. Dhere, S.R. Ghongadi, M.B. Pandit, A.H. Jahagirdar, D. Scheimann // *Prog. Photovolt. Res. Appl.* – 10 (2002) . – p.407.
3. S. Wiedemann, M.E. Beck, R. Butcher, I. Repins, N. Gomez, B. Joshi, R.G. Wendt, J.S. Britt // *Proc. of the 29th IEEE Photovoltaic Specialists Conf., New Orleans.* – 2002. - p.575.
4. J.R. Tuttle, A. Szalaj, J. Keane // *Proc. of the 28th IEEE Photovoltaic Specialists Conf., Anchorage.* - p.1042.
5. V. Probst, J. Palm, S. Visbeck, T. Niesen, R. Tjlle, A. Lerchenberger, M. Wendl, H. Vogt, H. Calwer, W. Stetter, F. Karg // *Technical Digest of the International PVSEC-14, Bangkok.* – 2004. - p.663.
6. V.K. Kapur, A. Bansal, P. Le, O. Asensio, N. Shigeoka // *Proc. of the 3rd World Conf. on Photovolt. Energy Conversion, Osaka.* – 2003. - p.465.
7. Y. Hashimoto, T. Satoh, S. Shimakawa, T. Negami // *Proc. of the 3rd World Conf. on Photovolt. Energy Conversion, Osaka.* - 2003. - p.574.
8. F. Kessler, K. Herz, M. Powalla, M. Hartmann, M. Schmidt, A. Jasenek, H.W. Schock // *Mater. Res. Soc. Symp. Proc.* - 668 (2001). - H3.6.1.
9. O. Tober, J. Wienke, M. Winkler, J. Penndorf, J. Griesche // *Mater. Res. Soc. Symp. Proc.* - 763 (2003). – p.371.
10. A. Kampmann, J. Rechid, A. Raitzig, S. Wulff, M. Mihhailova, R. Thyen, K. Kalberlah // *Mater. Res. Soc. Symp. Proc.* - 763 (2003). – p.323.

UDC 621.315.592

ANALYSIS OF MATERIALS FOR FLEXIBLE SUBSTRATES FOR THE FORMATION OF THIN $\text{Cu}_2\text{NiSn}(\text{Se,S})_4$ FILMS

Osmolovskaya T. N.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Stanchik A.V. – PhD, associate professor of the department of ICSD

Annotation. A literature analysis of a number of materials used as flexible substrates for the formation of $\text{Cu}_2\text{NiSn}(\text{Se,S})_4$ has been carried out. It is shown that the primary parameters are surface roughness, temperature coefficient of linear expansion, elevated substrate temperature, and sodium detection process.

Keywords: temperature coefficient of linear expansion, semiconductor materials, flexible substrates

УДК 004.92

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТРИЦЫ В API И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ ПОСРЕДСТВОМ СРЕДЫ OPENGL

Казимирчик М.А., Крячев Е.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Ролич О.Ч. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Математически обосновываются перспективные матрицы, а также рассматривается их работа и реализация в среде *OpenGL*.

Ключевые слова: перспективные матрицы, компьютерная графика, программирование

Введение. Компьютерная графика является одним из наиболее перспективных и популярных направлений в современном мире. Для эффективного использования данных отображений в задачах компьютерной графики более удобной и быстрой является матричная запись. В свою очередь использование перспективных матриц в 3D графике позволяет реализовать модель видимости человеческого глаза.

Основная часть. Компьютерный монитор представляет собой двухмерную поверхность. Трехмерная сцена, созданная с помощью *OpenGL*, должна проецироваться на экран компьютера как двухмерное изображение. Для этого преобразования проекции используется перспективная матрица. Во-первых, он преобразует все данные вершин из координат глаза в координаты отсечения. Затем эти координаты клипа также преобразуются в нормализованные координаты устройства путем деления на компонент w координат клипа.

В перспективной проекции трехмерная точка в усеченной пирамиде (координаты глаза) отображается в куб; диапазон координат x от $[l, r]$ до $[-1, 1]$, координаты y от $[b, t]$ до $[-1, 1]$ и координаты z от $[-n, -f]$ до $[-1, 1]$.

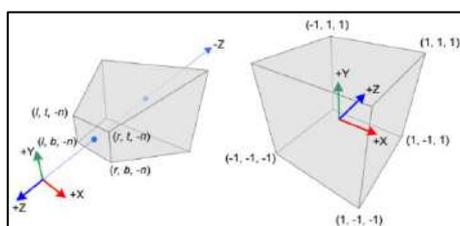


Рисунок 1 – Усеченная перспектива и нормализованные координаты устройства

В *OpenGL* трехмерная точка в пространстве глаза проецируется на ближнюю плоскость (плоскость проекции). На следующих диаграммах показано, как точка (x_e, y_e, z_e) в пространстве глаза проецируется на (x_p, y_p, z_p) на ближней плоскости.

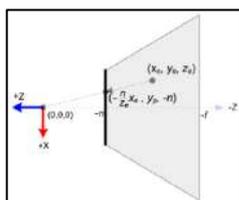


Рисунок 2 – Вид сверху на усеченный бассейн

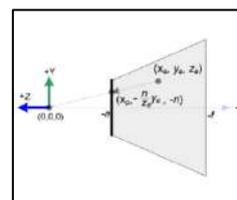


Рисунок 3 – Вид сбоку на усеченный конус

На виде сверху на усеченный конус координата x пространства глаза x_e отображается в x_p , который рассчитывается с использованием отношения подобных треугольников;

$$\frac{x_p}{x_e} = \frac{-n}{z_e},$$

$$x_p = \frac{-n \cdot x_e}{z_e} = \frac{n \cdot x_e}{-z_e}.$$

Со стороны усеченного конуса y_p также рассчитывается аналогичным образом;

$$\frac{y_p}{y_e} = \frac{-n}{z_e},$$

$$y_p = \frac{-n \cdot y_e}{z_e} = \frac{n \cdot y_e}{-z_e}.$$

После преобразования координат глаза путем умножения перспективной матрицы, координаты клипа по-прежнему являются однородными координатами. Следовательно, теперь координаты клипа становятся нормализованными координатами устройства путем деления на w -компонент координат клипа.

$$\begin{pmatrix} x_{clip} \\ y_{clip} \\ z_{clip} \\ w_{clip} \end{pmatrix} = M_{projection} \cdot \begin{pmatrix} x_{eye} \\ y_{eye} \\ z_{eye} \\ w_{eye} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_{clip}/w_{clip} \\ y_{clip}/w_{clip} \\ z_{clip}/w_{clip} \end{pmatrix}.$$

Следовательно, можно установить w -компонент координат клипа как $-z_e$. И 4-я строка матрицы становится равной $(0, 0, -1, 0)$.

$$\begin{pmatrix} x_{clip} \\ y_{clip} \\ z_{clip} \\ w_{clip} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_{eye} \\ y_{eye} \\ z_{eye} \\ w_{eye} \end{pmatrix}, \quad w_c = -z_e$$

Затем сопоставим x_p и y_p с x_n и y_n устройства с линейной зависимостью:
 $[l, r] \Rightarrow [-1, 1]$ и $[b, t] \Rightarrow [-1, 1]$.

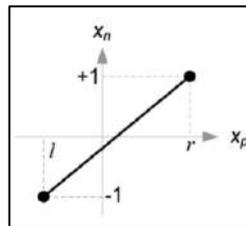


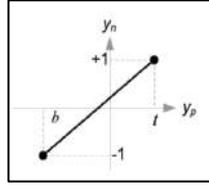
Рисунок 4 – Отображение от x_p до x_n

$$x_n = \frac{1 - (-1)}{r - l} \cdot x_p + \beta,$$

$$1 = \frac{2r}{r - l} + \beta,$$

$$\beta = 1 - \frac{2r}{r - l} = \frac{r - l - 2r}{r - l} = -\frac{r + l}{r - l}$$

$$x_n = \frac{2x_p}{r-l} - \frac{r+l}{r-l}$$


 Рисунок 5 – Отображение от y_p до y_n

$$y_n = \frac{1 - (-1)}{t - b} \cdot y_p + \beta,$$

$$1 = \frac{2t}{t - b} + \beta,$$

$$\beta = 1 - \frac{2t}{t - b} = \frac{t - b - 2t}{t - b} = -\frac{t + b}{t - b},$$

$$y_n = \frac{2y_p}{t - b} - \frac{t + b}{t - b}.$$

Затем подставим x_p и y_p , которые найдены ранее:

$$\begin{aligned} x_n &= \frac{2x_p}{r-l} - \frac{r+l}{r-l} = \frac{2 \cdot \frac{n \cdot x_e}{-z_e}}{r-l} - \frac{r+l}{r-l} = \frac{2n \cdot x_e}{(r-l)(-z_e)} - \frac{r+l}{r-l} = \frac{2n}{-z_e} \cdot x_e + \frac{r+l}{-z_e} \cdot z_e \\ &= \left(\frac{2n}{r-l} \cdot x_e + \frac{r+l}{r-l} \cdot z_e \right) / -z_e, \text{ где } \frac{2n}{r-l} \cdot x_e + \frac{r+l}{r-l} \cdot z_e = x_c. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y_n &= \frac{2y_p}{t-b} - \frac{t+b}{t-b} = \frac{2 \cdot \frac{n \cdot y_e}{-z_e}}{t-b} - \frac{t+b}{t-b} = \frac{2n \cdot y_e}{(t-b)(-z_e)} - \frac{t+b}{t-b} = \frac{2n}{-z_e} \cdot y_e + \frac{t+b}{-z_e} \cdot z_e \\ &= \left(\frac{2n}{t-b} \cdot y_e + \frac{t+b}{t-b} \cdot z_e \right) / -z_e, \text{ где } \frac{2n}{t-b} \cdot y_e + \frac{t+b}{t-b} \cdot z_e = y_c. \end{aligned}$$

$$\begin{pmatrix} x_{clip} \\ y_{clip} \\ z_{clip} \\ w_{clip} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{2n}{r-l} & 0 & \frac{r+l}{r-l} & 0 \\ \frac{2n}{t-b} & \frac{2n}{t-b} & \frac{t+b}{t-b} & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & \cdot & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_{eye} \\ y_{eye} \\ z_{eye} \\ w_{eye} \end{pmatrix}$$

Теперь требуется решить только 3-ю строку матрицы. Нахождение z_n отличается от других, потому что z_e в пространстве глаза всегда проецируется на $-n$ на ближней плоскости. Поскольку известно, что z не зависит от значения x или y , используется w -компонента, чтобы найти взаимосвязь между z_n и z_e . Следовательно, можно указать 3-ю строку матрицы следующим образом:

$$z_n = \frac{z_c}{w_c} = \frac{Az_e + Bw_e}{-z_e}.$$

В глазном пространстве w_e равно 1. Следовательно, уравнение принимает вид:

$$z_n = \frac{Az_e + B}{-z_e}.$$

Чтобы найти коэффициенты A и B , используется соотношение (z_e, z_n) , $(-n, -1)$ и $(-f, 1)$:

$$\begin{cases} \frac{-An + B}{n} = -1 \\ \frac{-Af + B}{f} = 1 \end{cases},$$

$$\begin{cases} -An + B = -n \\ -Af + B = f \end{cases},$$

$$B = An - n,$$

$$-Af + (An - n) = f,$$

$$-(f - n)A = f + n,$$

$$A = -\frac{f + n}{f - n},$$

$$\left(\frac{f + n}{f - n}\right)n + B = -n,$$

$$B = -n - \left(\frac{f + n}{f - n}\right)n = -\left(1 + \frac{f + n}{f - n}\right)n = -\left(\frac{f - n + f + n}{f - n}\right)n = -\frac{2fn}{f - n},$$

$$z_n = \frac{-\frac{f + n}{f - n}z_e - \frac{2fn}{f - n}}{-z_e}.$$

Полная матрица проекции:

$$\begin{pmatrix} \frac{2n}{r-l} & 0 & \frac{r+l}{r-l} & 0 \\ 0 & \frac{2n}{t-b} & \frac{t+b}{t-b} & -\frac{2fn}{f-n} \\ 0 & 0 & \frac{f+n}{f-n} & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}.$$

Далее, опираясь на математическое обоснование и используя библиотеку *GLUT* в *C++* реализуется изображение 3D куба, координаты которого заданы перспективной матрицей.

```
Matrix4f Projection(f, 0.0f, 0.0f, 0.0f,
0.0f, f, 0.0f, 0.0f,
0.0f, 0.0f, 1.0f, 0.0f,
0.0f, 0.0f, 1.0f, 0.0f);
```

Рисунок 6 – Параметры куба для глубины зрения изображения 1

```
Matrix4f Projection(d, 0.0f, 0.0f, 0.0f,  
0.0f, d, 0.0f, 0.0f,  
0.0f, 0.0f, 1.0f, 0.0f,  
0.0f, 0.0f, 1.0f, 0.0f);
```

Рисунок 7 – Параметры куба для глубины зрения изображения 2

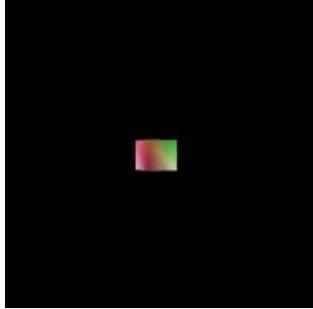


Рисунок 8 – Результат выполнения кода 1

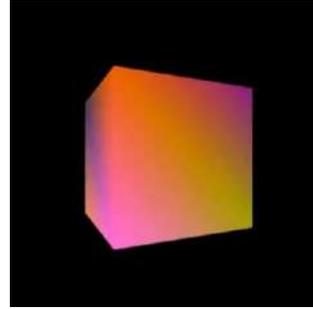


Рисунок 9 – Результат выполнения кода 2

Заключение. Создавая 3D изображения в компьютерной графике, для реализации реалистичных размеров изображений в зависимости от расстояния до изображения, используются перспективные проекции данных изображений, которые описываются перспективными матрицами. В свою очередь рассматриваемый *OpenGL* имеет в свободном доступе большое количество библиотек для их программной реализации.

Список литературы

1. Segal M., Akeley K. *The OpenGL Graphics System: A Specification (Version 3.3 (Core Profile) — March 11, 2010)*. – Режим доступа: <https://www.opengl.org/registry/doc/glspec33.core.20100311.withchanges.pdf> – Дата доступа: 02.04.2022.
2. Lindeman R.W. *CS 543 — Computer Graphics: Projection*. – Режим доступа: <https://inlnk.ru/G6Ywdm> – Дата доступа : 01.04.2022.
3. Song H.A. *OpenGL Projection Matrix* – Режим доступа: http://www.songho.ca/opengl/gl_projectionmatrix.html – Дата доступа: 01.04.2022.

UDC 004.92

PERSPECTIVE PROJECTION MATRICES IN AN API AND THEIR IMPLEMENTATION THROUGH THE OPENGL ENVIRONMENT

Kazimirchik M.A., Kryachev E.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Rolich O.Ch. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. Prospective projection matrices are mathematically substantiated, and their work and implementation in the *OpenGL* environment are considered.

Keywords: perspective projection matrices, computer graphics, programming.

МЕТОДЫ ТОЧНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВРАЩЕНИЯ РЕДУКТОРА СЕРВОМОТОРА

Проценко Д.В.¹, Савко Н.О.²

¹Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь

²Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Пискун Г.А. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Рассмотрены основные методы преобразования механических движений вала двигателя в цифровые или аналоговые сигналы для подачи их на контроллер. Изучены основные виды абсолютных и инкрементальных энкодеров. Указаны преимущества и недостатки каждого из рассмотренных видов энкодеров, их области применения.

Ключевые слова: сервомотор, микроконтроллер, энкодер

Введение. При проектировании современных сервоприводов ставятся следующие задачи: позиционирование объектов, узлов, конструкций; детектирование положения (позиции) объектов, узлов, конструкций в пространстве (манипуляторы, роботы и т.п.); определение точной позиции объектов, узлов, конструкций в конвейерных системах; определение углов наклона или поворота объектов, узлов, конструкций (ОПУ, направленные антенны и пр.); измерение вращательных движений (электромоторы, электроприводы и пр.). Для решения этих задач необходима методика точного измерения параметров вращения редуктора сервомотора.

Основная часть. Измеряемыми параметрами вращения редуктора сервопривода могут быть: скорость вращения, угловое положение по отношению к нулевой метке, направление вращения. Для измерения данных параметров используют преобразователь угловых перемещений – энкодер.

Энкодер преобразует механические движения вала двигателя в цифровые или аналоговые сигналы для подачи их на контроллер. Фактически энкодер является датчиком обратной связи, на выходе которого цифровой сигнал меняется в зависимости от угла поворота. Этот сигнал обрабатывается и далее подается на устройство индикации или на привод. Вместо энкодера также можно использовать резольверы или датчики Холла для обнаружения движения [1].

Существуют два вида энкодеров – инкрементальный и абсолютный [1].

Инкрементальный энкодер по конструкции проще абсолютного и используется в подавляющем большинстве случаев. Данное устройство можно представить как диск с прорезями, который просвечивается оптическим датчиком. При вращении диска датчик включается или выключается в зависимости от того, находится ли он над прорезью или нет. В результате на выходе энкодера формируется последовательность дискретных импульсов, частота которых зависит от разрешения устройства и частоты его вращения.

Для того, чтобы определять начальное положение (точку отсчета), используется нуль-метка (выход *Z*, *Zero*), которая формируется один раз на полный оборот. Для определения направления вращения у энкодеров обычно имеются два выхода (*A* и *B*), на которых импульсы сдвинуты по фазе на четверть периода. По разнице фаз можно однозначно определить, в какую сторону вращается вал. Основным минусом инкрементального энкодера является необходимость непрерывной обработки и анализа сигналов — для этого требуется контроллер и соответствующая программа. Кроме того, чтобы узнать положение инкрементального энкодера после подачи на него питания, необходимо провести инициализацию для поиска нуль-метки [2].

Абсолютный энкодер имеет более сложное устройство, но позволяет определить угол поворота в любой момент времени, даже в неподвижном состоянии механизма сразу после

включения питания. На выходе абсолютного энкодера действует параллельный код Грея, разрядность которого определяет разрешение, а значит и точность показаний датчика.

Хотя абсолютные энкодеры считаются более точными и надежными, чем инкрементальные, они также являются более сложными, дорогостоящими и имеют свои ограничения.

Абсолютный энкодер необходимо использовать в случаях, когда:

- предпочтительный режим передачи данных скорее прерывистый, чем непрерывный;
- в приложении нет средств для установки нуля после прерывания питания, и энкодер должен быть готов вернуть однозначные положения двигателя в любой момент;
- точные параметры движения, доступные с самого начала работы машины, имеют решающее значение для безопасности [1 – 3].

Оптический энкодер закрытого типа (рисунок 1 [5]) включает электронные схемы энкодера и оптику, помещенные в герметичный блок, присоединенный к корпусу считывающей головки. Как герметичный оптический модуль, так и шкала энкодера дополнительно защищены герметичным корпусом. Такая конструкция обеспечивает эффективную защиту от проникновения жидкостей и твердых веществ.

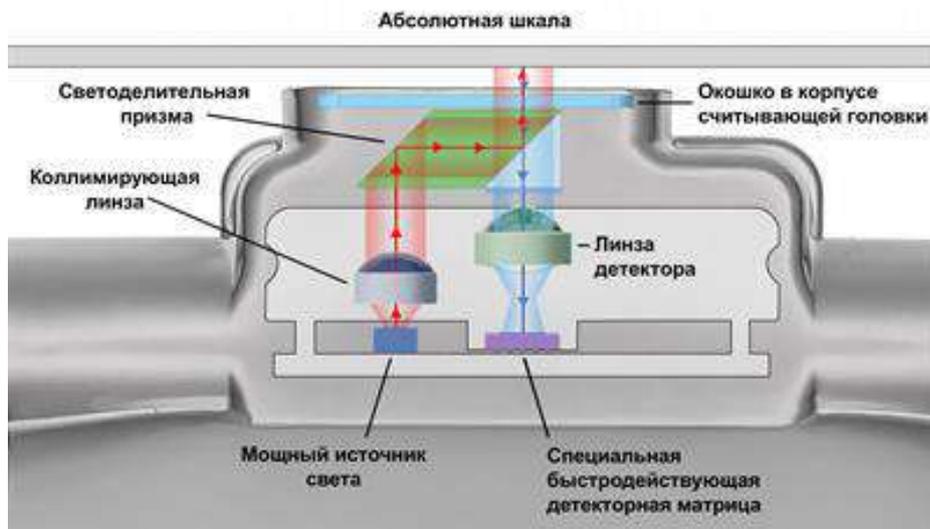


Рисунок 1 – Схема оптического энкодера закрытого типа

Линейный энкодер закрытого типа имеет корпус из профиля, вдоль которого расположены блокировочные манжетные уплотнения и герметичные концевые колпачки. Корпус считывающей головки присоединяется к герметичному оптическому модулю с помощью лопатки, которая перемещается вдоль энкодера через манжетные уплотнения. При перемещении линейной оси считывающая головка и оптика проходят абсолютную шкалу энкодера (которая закреплена на внутренней стороне корпуса) без механического контакта.

Шкала энкодера использует абсолютный код шкалы с контрастными линиями по всей ширине шкалы. Изображение шкалы формируется на детекторной матрице в считывающей головке с помощью линзы. Результаты измерения линейного положения выводятся в цифровой форме и совместимы с рядом стандартных отраслевых протоколов последовательной связи [5].

Магнитный энкодер (рисунок 2 [3]) использует тот же принцип для определения положения, что и оптический энкодер, но вместо света использует магнитные поля.

Электроника и механизм такого энкодера принимают информацию о положении и скорости, а затем передают сигнал, который отправляется в систему управления.

Технология классифицируется по методу определения управляющей информации. Существуют две основные категории:

- технология оптических энкодеров, как с маской, так и фазированной матрицей;

– технология магнитных энкодеров.

Различия в способе получения информации магнитным и оптическим энкодерах приводят к различиям в производительности в разных операционных средах. Понимание того, как работают оптический и магнитный энкодеры, может помочь определить, какой датчик лучше всего подходит для конкретных условий [3].



Рисунок 2 – Схема магнитного энкодера

Оптический энкодер использует свет (оптику) для идентификации уникальных положений датчика. Магнитный энкодер использует тот же принцип для определения положения, что и оптический энкодер, но вместо света использует магнитные поля [5].

В магнитном датчике большое намагниченное колесо или постоянный цилиндрический магнит (магнитный актуатор) вращается под пластиной магниторезистивных чувствительных элементов. Так же, как оптический диск вращается под маской, пропуская свет сквозь определенные штрихи (растры), магнитное колесо или актуатор вызывает определенные реакции магнито чувствительного элемента в зависимости от силы магнитного поля. Магнитная реакция передается через электрическую цепь формирования сигнала.

Количество пар намагниченных полюсов на колесе, количество чувствительных элементов и тип электрической цепи определяют разрешающую способность магнитного энкодера.

Основой к использованию магнетизма в качестве элемента для получения сигнала является то, что на него не влияют очень сложные окружающие условия, включая пыль, влажность, экстремальные температуры и встряски.

Магнитный энкодер разработан для обеспечения надежной цифровой обратной связи в самых суровых и жестких условиях эксплуатации. Сферы применения данной технологии, как правило, требуют широкого температурного диапазона, высокой устойчивости к ударам и вибрации, надежного уплотнения и защиты от загрязнений, при этом должны быть обеспечены высокая надежность выходного сигнала, простота установки и снижение времени простоев оборудования из-за неисправностей. Популярными сферами, в которых магнитные энкодеры используются для получения обратной связи по положению и скорости – сталелитейные, целлюлозно-бумажные и деревообрабатывающие комбинаты, краново-подъемное оборудование, морское оборудование, строительная и горнодобывающая техника [1].

В индуктивных энкодерах (рисунок 3 [4]) используется трансформатор, то есть их работа основана на явлении индукции. Они идеально подходят для использования в неблагоприятных условиях, где оптические энкодеры могут оказаться ненадежными.

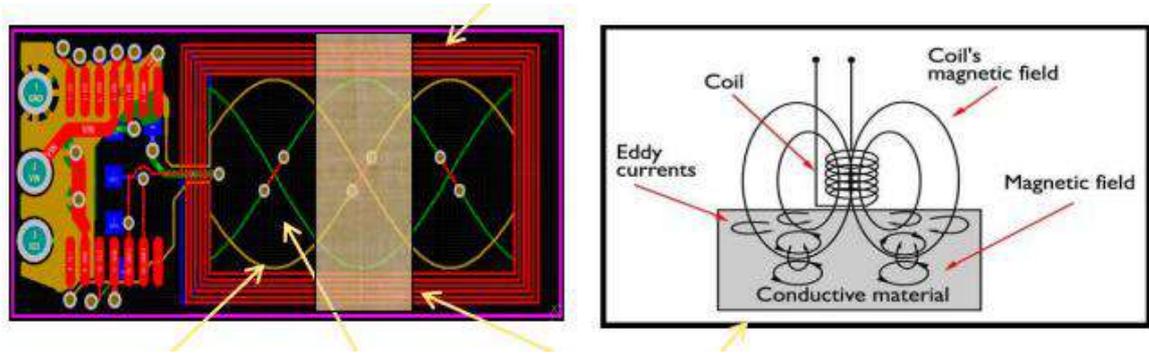


Рисунок 3 – Схема индуктивного энкодера

Индуктивный энкодер состоит из двух основных компонентов — статора и ротора, — которые выполнены в форме плоского кольца. Эта кольцевая форма позволяет с легкостью надевать их на сквозные валы, токосъемные кольца, световоды, патрубки и кабели. На статор индуктивного энкодера подается напряжение, а ротор является пассивным. Электронными схемами статора поступающее напряжение преобразуется в выходной сигнал. Выходной сигнал статора отображает истинное абсолютное положение ротора относительно статора без необходимости перемещения. Не нужны подходящие или специальные соединения — индуктивный энкодер можно зафиксировать на основном изделии обычными винтами. Не требуется ни точная механическая сборка, ни подшипники [4].

Заключение. Выполнен анализ способов измерения параметров вращения редуктора сервопривода. Проведен сравнительный анализ различных видов энкодеров – устройства, преобразующего механические движения вала двигателя в цифровые или аналоговые сигналы для подачи их на контроллер. Рассмотрены отличительные особенности инкрементальных и абсолютных энкодеров, их преимущества и недостатки, а также области применения.

Список литературы

1. Назначение и виды энкодеров/ Техпривод [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа : <https://tehprivod.su/poleznaya-informatsiya/naznachenie-i-vidy-encodеров.html/> – Дата доступа : 26.03.2022.
2. Absolute rotary encoder and RDrive servo motors / Blog Rozum Robotics [Электронный ресурс]. – 2029. – Режим доступа : <https://rozum.com/encoders-in-rdrive-servos/> – Дата доступа : 25.03.2022.
3. Магнитные угловые энкодеры / База знаний F-ENCO [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа : <https://f-enco.ru/blog/tehnologii/magnitnye-uglovyie-encodery/> – Дата доступа : 27.03.2022.
4. Индуктивные энкодеры Zettlex / Celera Motion [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа <https://www.celeramotion.com/zettlex/ru/индуктивный-энкодер/> – Дата доступа : 25.03.2022.
5. Принцип работы оптических энкодеров / RENISHAW Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа : <https://www.renishaw.ru/ru/how-optical-encoders-work--36979/> – Дата доступа : 26.03.2022.

UDC 621.382

METHODS FOR PRECISE MEASUREMENT OF PARAMETERS SERVO MOTOR ROTATIONS

Protsenko D.V.¹, Savko N.O.²

¹Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

²Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Piskun G.A. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The main methods of converting the mechanical movements of the motor shaft into digital or analog signals for feeding them to the controller are considered. The main types of absolute and incremental encoders are studied. The advantages and disadvantages of each of the considered types of encoders, their fields of application are indicated.

Keywords: microprocessor technology, microcontroller, electrostatic discharge.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ И ГЕНЕРАТОРОВ

Проценко Д.В.¹, Савко Н.О.²

¹Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь

²Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Пискун Г.А. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Изучены основные аспекты проектирования электродвигателей, генераторов. Рассмотрены основные методы моделирования электродвигателей и генераторов с помощью программных пакетов, основанных на методе конечных элементов. Указаны преимущества и недостатки каждого из рассмотренных программных пакетов, их области применения.

Ключевые слова: электродвигатель, генератор, моделирование процессов, метод конечных элементов.

Введение. В современных исполнительных устройствах и средствах автоматизации сервоприводы или сервомоторы – самые часто применяемые устройства. Они приводят в контролируемое движение различные исполнительные механизмы. Для большинства современных станков, манипуляторов, конвейеров, и прочих устройств, широко применяемых в современной промышленности необходимо точное позиционирование полезной нагрузки.

В условиях окружающей среды при разных режимах работы электродвигатели и генераторы испытывают высокие электромагнитные и тепловые нагрузки. Это накладывает определенные требования к виду исполнения, системе охлаждения и материалам, применяемым в двигателе для обеспечения нужных эксплуатационных характеристик. Поэтому важной задачей при проектировании электродвигателей и генераторов является оценка его теплового состояния, которая позволяет получить информацию о продолжительности работы двигателя в различных режимах и, при необходимости, скорректировать конструкцию для обеспечения необходимых требований.

В работе представлено современное программное обеспечение для проектирования электродвигателей. Рассмотрены такие программные пакеты как *COMSOL Multiphysics* с модулем *AC/DC*, *Ansys Motor-CAD* и *JMAG-Designer*. Выделены преимущества и недостатки каждого из рассмотренных программных пакетов.

Основная часть. При проектировании электродвигателей или генераторов необходимо учитывать множество факторов. Распределение магнитного поля или индукции является очень важным при проектировании электрических машин. В синхронных вращающихся машинах ключевым параметром для исследования индуцированных напряжений является пространственное распределение магнитной индукции в воздушном зазоре (между ротором и статором). Фазное напряжение на статоре будет синусоидальным только в том случае, если радиальная компонента магнитной индукции имеет синусоидальное распределение по периферии ротора. Эта пространственная волновая мода в специализированной литературе иногда называется волной магнитодвижущей силы в воздушном зазоре. Если такая волна несинусоидальная, в индуцированном напряжении существуют гармоники более высокого порядка.

Необходимо исследование и оптимизация механического крутящего момента, исследование и оптимизация использования железа, электромагнитных потерь, тепловых и прочностных характеристик [1 – 3].

Наиболее детальную и точную картину позволяют получить численные методы на основе метода конечных элементов. Данные методы позволяют выполнить расчеты установившегося или переходного процесса в трехмерной постановке задачи и определить параметры в любой части двигателя.

В частности, *Ansys Motor-CAD* является специализированным инструментом проектирования электродвигателей и оценки электромагнитных, тепловых и прочностных характеристик электродвигателей во всех режимах эксплуатации с учетом различной топологии. *Motor-CAD* позволяет инженерам-конструкторам оценивать топологии и концепции двигателей во всем рабочем диапазоне, чтобы создавать конструкции, оптимизированные с точки зрения производительности, эффективности и размера. Четыре интегрированных модуля программного обеспечения *Motor-CAD* (*EMag*, *Therm*, *Lab* и *Mech*) позволяют быстро и многократно выполнять мультифизические расчеты, поэтому пользователи могут перейти от концепции к окончательному проекту за меньшее время [4].

Преимуществами пакета являются интуитивно понятные настройки на основе шаблонов. Это упрощает и автоматизирует процесс анализа, а встроенные электромагнитные, тепловые и механические решатели предлагают мультифизическую информацию о конструкции двигателя (рисунок 1). Моделирование может быть завершено за считанные секунды, что дает достаточно времени и возможностей для обширного исследования проектного пространства. В программе присутствует возможность создавать оптимизированные конструкции электродвигателей и генераторов, чтобы они соответствовали размеру, весу, энергоэффективности, стоимости и другим характеристикам [5].

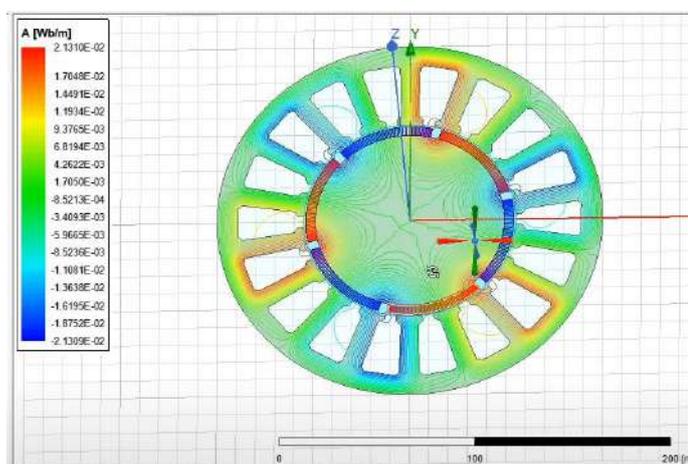


Рисунок 1 – Тепловой анализ электродвигателя в *Ansys Motor-CAD*

Для детального анализа и проверки конструкции двигателя модель *Motor-CAD* можно перенести в *Ansys Maxwell*, *Ansys Icepak* и *Ansys Fluent*. Объединение этих решателей с *Motor-CAD* обеспечивает возможность высокоточного 2D/3D-анализа, позволяя пользователям анализировать конечные эффекты, размагничивание, потери в сердечнике, гистерезис и другие сложные электромагнитные явления, рассчитывать тепловую оболочку для работы и проектировать полные системы охлаждения двигателя [4, 5].

С помощью программы *COMSOL Multiphysics* инженеры и ученые моделируют конструкции, устройства и процессы во всех областях инженерных, производственных и научных исследований. С помощью этой платформы можно анализировать как отдельные, так и взаимосвязанные физические процессы. Среда разработки моделей, которая позволяет пройти все этапы от построения геометрической модели, задания свойств материалов и описания физики задачи до решения и визуализации результатов моделирования [7 – 9].

По сравнению с проведением физических экспериментов и испытанием прототипов моделирование, совмещенное с эмпирическими техниками, позволяет быстрее, эффективнее и точнее оптимизировать процессы и устройства. Успешные инженерные расчеты, основанные на экспериментально подтвержденных моделях, могут заменить в известной степени и физические эксперименты, и прототипирование, и позволяют лучше понять разрабатываемую конструкцию или изучаемый процесс [1].

Для процесса проектирования электроприводов и генераторов необходимо задействовать только некоторых функциональных возможностей, предоставляемых *COMSOL Multiphysics* и модулем *AC/DC*. С помощью данного пакета можно изучить как линейный график магнитной индукции в воздушном зазоре машины показывает, будет ли индуцированное напряжение синусоидальным. Используя *Parametric Sweep* в *COMSOL Multiphysics*, можно определить начальный угол ориентации ротора, который обеспечит максимальный крутящий момент. Анализ графиков распределения магнитной индукции позволяет визуально определить, является ли использование железа оптимальным для эффективного вырабатывания крутящего момента. С использованием встроенных инструментов *COMSOL Multiphysics* можно также определить э/м потери в железных компонентах и влияние на них характерного радиального размера ротора и статора (рисунок 2 [1]).

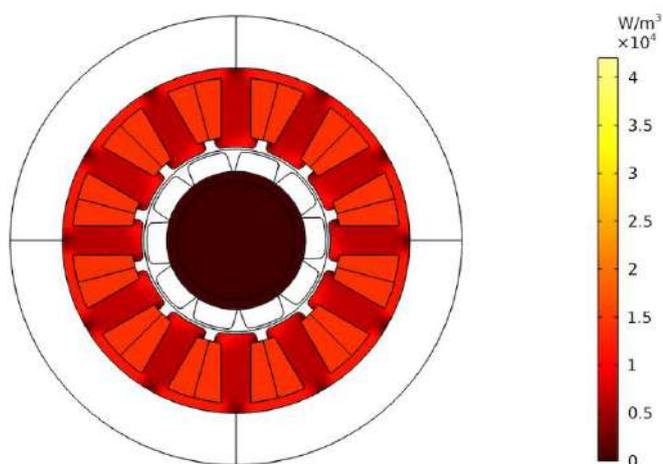


Рисунок 2 – Распределение потерь железа при различных значениях характерного размера железных компонентов в *COMSOL Multiphysics*

Стоит выделить программу моделирования, разработки и проектирования электрических устройств *JMAG Designer*. Первоначально *JMAG* был выпущен как инструмент для поддержки проектирования таких устройств, как двигатели, приводы, компоненты схем и антенны. Программный пакет использует технологию моделирования для точного анализа широкого спектра физических явлений, включая сложную геометрию, различные свойства материалов, а также тепло и структуру в центре электромагнитных полей. *JMAG* имеет интерфейс, способный связываться со сторонним программным обеспечением, и часть функций анализа [2].

Преимуществами *JMAG Designer* является поддержка импорта *CAD*-моделей из любой среды для *3D* моделирования. Геометрия также может быть изменена в *CAD*-системах при сохранении настроек условий в *JMAG*. После изменения геометрии анализ может быть выполнен сразу же после сброса условия. Благодаря этому эффективность выполнения анализа с использованием САПР быстро повышается. Благодаря тому, что *JMAG* часто используется научными лабораториями в разработке новых материалов, это гарантирует, что *JMAG* всегда способен фиксировать точные отклики материалов.

Достоинством *JMAG Designer* также является то, что с помощью него могут быть исследованы не только проблемы, связанные с электромагнитной совместимостью, но и вибрационные явления, связанные с магнитострикцией. Может быть выполнена оценка напряжения от центробежной силы и др. [6].

Важным аспектом проектирования электродвигателей и генераторов является моделирование нагрева. Тепловой анализ в *JMAG* позволяют сочетать анализ магнитного поля и тепловой с вихревыми токами, потерями в стали и джоулевыми потерями катушки в качестве

источников тепла. Анализ магнитного поля включает в себя изменяющиеся от температуры свойства магнитных материалов и проводников.

При моделировании процессов, протекающих в электродвигателях, генераторах важное место занимает анализ процессов, имеющих одновременно и электрическую и тепловую природу. Именно при анализе таких процессов можно оценить взаимное влияние электромагнитных и тепловых полей – являющееся одной из основных особенностей моделирования индукционного нагрева. Другой, не менее важной особенностью, является необходимость учета нелинейных зависимостей свойств материала от температуры [2]. Так же при проектировании конструкции зачастую требуется учитывать влияние внешних факторов. Пакет программ *JMAG-Designer* обладает интуитивно понятным интерфейсом и позволяет легко учитывать эти особенности при моделировании процессов, протекающих в разрабатываемых устройствах [6].

Заключение. Выделены некоторые аспекты проектирования электродвигателей, генераторов. Использование функциональных возможностей, предоставляемых рассмотренными автоматизированными системами моделирования на основе метода конечных элементов, позволяет оценить параметры и процессы, протекающие в электродвигателях, генераторах. На основе результатов анализа параметров можно получить информацию о продолжительности работы двигателя в различных режимах и, при необходимости, скорректировать конструкцию для обеспечения необходимых требований.

Список литературы

1. Янкин, С. Разработка электродвигателей и генераторов с помощью COMSOL/ С. Янкин // Блог COMSOL [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа : <https://www.comsol.ru/blogs/analyzing-electric-motor-and-generator-designs-with-comsol/> – Дата доступа : 25.03.2022.
2. Патанов, Д. Обзор возможностей программного пакета JMAG-Designer и его применение для моделирования задач индукционного нагрева/ Д. Патанов // Расчеты электромагнитных и тепловых задач в программе Jmag-Designer [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа : http://inductor-jmag.ru/raschety_na_zakaz/stati/jmag-designeri-3/ – Дата доступа : 27.03.2022.
3. Прахт, В. Разработка энергоэффективных электродвигателей и генераторов/ В. Прахт // Уральский Энергетический Институт [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа <https://enin.urfu.ru/ru/partneram/issledovaniya-i-razrabotki/razrabotka-ehnergoehffektivnykh-ehlektrodvigatelei-i-generatorov/> – Дата доступа : 25.03.2022.
4. ANSYS MOTOR-CAD / Fluid Codes [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа : <https://fluidcodes.com/software/ansys-motor-cad/> – Дата доступа : 26.03.2022.
5. ANSYS MOTOR-CAD / CADFEM Ansys [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа : <https://www.cadfem-cis.ru/products/ansys/electronics/motor-cad/> – Дата доступа : 26.03.2022.
6. JMAG-Designer / JMAG [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа : <https://www.jmag-international.com/products/jmag-designer/> – Дата доступа : 26.03.2022.
7. Алексеев, В. Ф. Моделирование тепловых полей электронных систем в среде ANSYS / В. Ф. Алексеев, Д. В. Лихачевский, Г. А. Пискун // BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня: сб. материалов VI Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 20-21 мая 2020 года: в 3 ч. Ч. 3 / редкол.: В. А. Бозуш [и др.]. – Минск : Бестпринт, 2020. – С. 282–286.
8. Моделирование джоулева нагрева в среде COMSOL Multiphysics / В. Ф. Алексеев и др. // Доклады БГУИР. - 2018. - № 7 (117). - С. 90 - 91.
9. Моделирование распределения температуры в токоведущих элементах интегральных микросхем в результате воздействия электростатических разрядов / Г. А. Пискун [и др.] // Доклады БГУИР. - 2014. - № 4 (82). - С. 16 - 22.

UDC 621.382

MODELING AND ANALYSIS OF PHYSICAL PARAMETERS OF ELECTRIC MOTORS AND GENERATORS

Protsenko D.V.¹, Savko N.O.²

¹*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus*

²*Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus*

Piskun G.A. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The main aspects of designing electric motors, generators are studied. The main methods for modeling electric motors and generators were chosen using software packages based on the finite element method. The advantages and application of each of the considered software packages in their field are indicated.

Keywords: electric motor, generator, process modeling, finite element method.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА РСА В ФИЛЬТРАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Лисименко Л. Д.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Ролч О. Ч. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. В данной работе исследован метод машинного обучения без учителя – метод главных компонент (РСА), предназначенный для понижения размерности данных. Экспериментальным путём рассмотрено применение метода РСА к фильтрации изображений. В результате отфильтрован шум в изображениях низкого разрешения

Ключевые слова: метод главных компонент, фильтрация изображений, машинное обучение без учителя

Введение. Подавление шума на изображениях может быть использовано для специализированных целей, например, для увеличения чёткости изображения рентгеновских снимков, снимков, полученных в плохих условиях съёмки, в персонализации и распознавании рукописных знаков.

Основная часть. Метод главных компонент – один из наиболее широко используемых методов машинного обучения без учителя. Его цель – уменьшить количество переменных в наборе данных, сохраняя при этом максимальное количество информации.

Задача машинного обучения без учителя состоит в выяснении зависимости между величинами. В методе главных компонент выполняется количественная оценка этой зависимости путём нахождения списка главных осей координат данных и их использования для описания набора данных. Главные компоненты — это новые переменные, построенные как линейные комбинации или смеси исходных переменных. Эти комбинации выполняются таким образом, что новые переменные не коррелированы, а большая часть информации в исходных переменных сжата или сжата в первые компоненты. При обучении алгоритм определяет главные компоненты и объяснимую дисперсию, характеризующую их информативность. Чем больше дисперсия, тем больше данных может содержать компонента. Использование метода РСА для понижения размерности представляет собой обнуление некоторого числа наименьших главных компонент. Данные по этим осям удаляются и остаются только компоненты с максимальной дисперсией [1, 2].

Исследованные изображения размером 8 на 8 пикселей представляют собой 64-мерные данные. Они дают 64 основные компоненты, но РСА пытается поместить максимально возможную информацию в первую компоненту, затем максимально оставшуюся информацию во вторую и так далее. Идея применения метода РСА для фильтрации зашумленных изображений – восстановление данных с помощью самого крупного подмножества главных (с наибольшей дисперсией) компонент.

Каждая компонента представляет собой набор значений X . Дисперсия рассчитывается по следующей формуле (1):

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)} \quad (1)$$

где $(X_i - \bar{X})$ – разность между i -м элементом и средним значением;
 n – количество элементов [3].

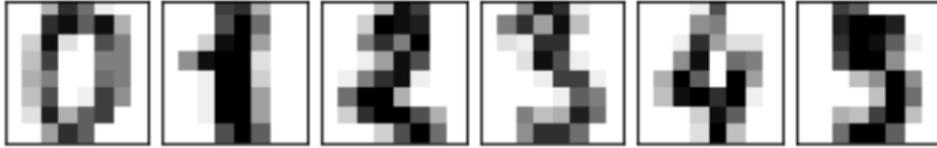


Рисунок 1 – Исходные изображения

На рисунке 1 представлены исходные изображения 8 на 8 пикселей. На рисунке 2 – те же изображения, 42 компоненты каждого из которых содержат добавленный шум. Он должен слабо влиять на компоненты с большой дисперсией. С помощью метода *PCA* произведено обучение с сохранением 50% дисперсии, вычислены главные компоненты и выполнено обратное преобразование. На рисунке 3 представлены отфильтрованные изображения. Положительный результат заметен даже на изображениях низкого разрешения.

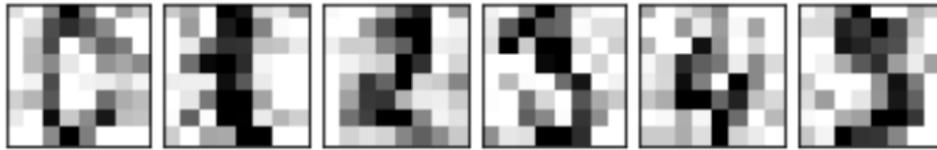


Рисунок 2 – Зашумленные изображения



Рисунок 3 – Отфильтрованные изображения

Заключение. В работе применён метод главных компонент для фильтрации изображений. Быстрый метод машинного обучения без учителя может быть использован в восстановлении зашумлённых изображений путём удаления компонент с низкой дисперсией.

Список литературы

1. *A Step-by-Step Explanation of Principal Component Analysis (PCA)* [Электронный ресурс] <https://builtin.com/data-science/step-step-explanation-principal-component-analysis>
2. Плас Вандер Дж. *Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение* / Дж. Вандер Плас – СПб.: Питер, 2018. – 576 с.
3. *A tutorial on Principal Components Analysis* [Электронный ресурс] http://www.cs.otago.ac.nz/cosc453/student_tutorials/principal_components.pdf

UDC 004.048

APPLICATION OF THE PCA METHOD IN IMAGE FILTERING

Lisimenko L. D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Rolich O.Ch. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The Principal Component Analysis is an unsupervised machine learning method designed to reduce the dimensionality of data. PCA studied in this work. The applying of this method to image filtering experimentally considered. As a result low-resolution images were denoised

Keywords: principal component analysis, image filtering, unsupervised machine learning

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОПТИЧЕСКИХ ДЕТЕКТОРОВ СКРЫТЫХ ВИДЕОКАМЕР

Асиненко А. М., Денскевич А. Д.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Алефиренко В.М. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Приведены результаты расчетов комплексных показателей качества оптических детекторов скрытых видеокамер, используемых для защиты информации. Представлена диаграмма распределения комплексных показателей качества, по которой может осуществляться выбор наиболее подходящей модели оптического детектора с целью создания оптимальной защиты объекта.

Ключевые слова. оптические детекторы скрытых видеокамер, защита информации, технические характеристики, комплексные показатели, качество, выбор модели оптических детекторов скрытых видеокамер.

Введение. Оптические детекторы скрытых видеокамер предназначены для защиты помещений от утечки информации по визуально-оптическим каналам путем отражения световых лучей, посылаемых детектором, от объектива скрытой камеры [1]. В настоящее время для этой цели различными фирмами предлагается достаточно большое количество разных моделей детекторов скрытых видеокамер, отличающихся своими техническими характеристиками.

С одной стороны, это является положительным фактором, так как дает потребителю более широкие возможности выбора, а с другой стороны затрудняет более оптимальный выбор из-за большого количества технических параметров, имеющих различные числовые значения у разных моделей детекторов скрытых видеокамер, которые достаточно сложно одновременно проанализировать и учесть.

Основная часть. Для решения этой проблемы может использоваться комплексный метод определения качества изделий, который позволяет учитывать все принятые во внимание параметры и их числовые значения [2, 3].

Комплексный метод оценки качества изделий предполагает использование комплексных показателей, в качестве одного из которых может использоваться средневзвешенный арифметический показатель, который определялся по формуле

$$K_{\text{ариф}} = \sum_{i=1}^m \alpha_{Hi} \cdot k_{Hi} , \quad (1)$$

где k_{Hi} – нормированный i -й единичный показатель;

α_{Hi} – нормированный коэффициент, характеризующий вес (значимость, важность) i -го единичного показателя;

m – количество единичных показателей, принятых во внимание.

Для получения нормированных (безразмерных) значений единичных показателей, входящих в формулу, использовалось выражение

$$K_{Hi} = \frac{k_i - k_{кр i}}{k_{\text{опт } i} - k_{кр i}} , \quad (2)$$

где k_i – исходное значение i -го единичного показателя;

$k_{кр\ i}$ – критическое значение i -го единичного показателя;

$k_{опт\ i}$ – оптимальное значение i -го показателя;

$k_{max\ i}$ – максимальное значение i -го показателя;

$k_{min\ i}$ – минимальное значение i -го показателя.

Если исходные значения k_i лежат в пределах $k_{кр\ i} < k_i < k_{опт\ i}$ или $k_{опт\ i} < k_i < k_{кр\ i}$, то нормированные значения K_{Hi} будут лежать в пределах $0 < K_{Hi} < 1$.

Коэффициенты значимости α_{Hi} для формулы (1) должны выбираться таким образом, чтобы обеспечивалось условие

$$\sum_{i=1}^m \alpha_{Hi} = 1. \quad (3)$$

То есть коэффициенты значимости должны лежать в пределах $0 < \alpha_{Hi} < 1$.

Для исследований была выбрана 21 модель детекторов скрытых видеокамер, предлагаемых на рынке различными фирмами: «Секрет», Специальные тактические системы (СТС), НПЦ «Аналитика», Научно-производственный центр «НЕЛК», «НОВО», НИИИИ МНПС «Спектр» и др. [4]. В качестве единичных показателей были выбраны следующие наиболее важные параметры: дальность обнаружения; угол обзора; увеличение; время автономной работы; масса; габариты; цена; безопасность для засвечивания глаз; напряжение питания; режим работы; тип подсветки.

Для определения численных значений комплексных показателей качества детекторов скрытых видеокамер необходимо предварительно подготовить и преобразовать исходные данные. Для этого необходимо выполнить ряд последующих действий:

- провести преобразование параметров, выраженных несколькими числовыми значениями, в параметры, выраженные одним значением;
- определить численные значения параметров, по которым информация в источниках отсутствует;
- назначить параметрам коэффициенты значимости;
- выбрать оптимальные и критические значения параметров для их нормирования;
- провести нормирование коэффициентов значимости.

После преобразований общее число параметров, принятых во внимание, уменьшилось до 7.

Для определения численных значений параметров моделей детекторов скрытых видеокамер, по которым информация отсутствовала, использовались средние значения показателей остальных моделей, по которым имелась информация и количество которых превышает количество первых.

Оптимальные и критические значения параметров были выбраны следующим образом:

- за оптимальное значение было взято значение на 5% превышающее максимальное значение из всех значений рассматриваемого параметра, если увеличение параметра приводит к увеличению качества, или значение на 5% меньше минимального значения из всех значений рассматриваемого параметра, если уменьшение параметра приводит к увеличению качества;
- за критическое значение было взято значение на 5% превышающее максимальное значение из всех значений рассматриваемого параметра, если увеличение параметра приводит к уменьшению качества, или значение на 5% меньше минимального значения из всех значений рассматриваемого параметра, если уменьшение параметра приводит к уменьшению качества.

Для присвоения параметрам коэффициентов значимости, которые не приводятся ни в одном из справочных источников, был использован экспресс-метод определения коэффициентов значимости, суть которого заключалась в определении различных по важности групп параметров [2, 3]. Каждой группе присваивались свои числовые диапазоны, равностоящие друг от друга.

Результаты расчетов, проведенные по формуле (1) с учетом выражений (2) и (3), в виде столбиковой диаграммы представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Распределение комплексных показателей качества оптических детекторов скрытых видеокамер

Как видно из диаграммы, первые 3 места занимают оптические детекторы скрытых видеокамер «Гранат», «Start-25» и «ОКА-010GR». Полученные данные могут использоваться для предварительного принятия решения о выборе детектора скрытых видеокамер для защиты объекта.

Заключение. Таким образом, полученные результаты позволяют гибко и эффективно проводить как предварительный, так и окончательный выбор конкретной модели детектора скрытых видеокамер для обеспечения защиты информации от утечки по визуально-оптическим каналам.

Список литературы

1. Обнаружители видеокамер [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hardbroker.ru/pages/CamDetectors>. – Дата доступа: 12.03.2022
2. Алефиренко, В.М. Выбор состава технических средств для систем обеспечения безопасности / В.М. Алефиренко // Доклады БГУИР. – 2017. – № 2 (104). – С. 39–44.
3. Алефиренко, В.М. Выбор извещателей для систем защиты периметра / В.М. Алефиренко, Н.В. Яненко // Znanstvena Misel Journal. – 2019. – Vol. 1, № 31. – С. 51–56.
4. Системный интегратор ООО «Альт». г. Санкт-Петербург. Инженерно-технические средства защиты информации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.alt-1c.ru/pages.html?id=5&cat=148>. – Дата доступа: 14.03.2022

UDC 004.05

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE HIDDEN CAMERA DETECTORS

Asinenko A. M., Denskevich A. D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Alefirenko V.M. – Ph.D. assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The results of calculations of complex quality indicators of hidden camera detectors used to protect information are given. A diagram of the distribution of complex quality indicators is presented, according to which the most suitable hidden camera detectors model can be selected in order to create the optimal protection of the object.

Keywords. Hidden camera detectors, information protection, technical characteristics, complex indicators, quality, choice of hidden camera detectors model.

УДК 004.05

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЛОКИРАТОРОВ СВЯЗИ

Денскевич А. Д., Асиненко А. М.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Алефиренко В.М. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Приведены результаты расчетов комплексных показателей качества блокираторов связи, используемых для защиты информации. Показана диаграмма распределения комплексных показателей качества, при помощи которой может осуществляться выбор наиболее подходящей модели блокиратора связи с целью создания оптимальной защиты объекта.

Ключевые слова. Блокиратор связи, защита информации, технические характеристики, комплексные показатели, качество, выбор модели блокиратора связи, блокирование телефонов.

Введение. Блокиратор связи представляет собой специальное устройство, создающее помехи в работе различных электронных устройств, которые обладают связью с другими устройствами по электромагнитному каналу передачи информации. Так, например, в конкретном месте никто не сможет воспользоваться смартфоном: позвонить или зайти в интернет, благодаря чему можно избежать утечки важной информации [1]. Сейчас ряд фирм предлагают перечень таких устройств, которые отличаются друг от друга большим числом характеристик, в том числе достаточно подробных, как диапазон блокируемых частот. Обилие характеристик даёт возможность подобрать достаточно точно нужный прибор, однако бывает сложно одновременно проанализировать и учесть все предложенные характеристики.

Основная часть. Чтобы решить проблему выбора того или иного необходимого прибора можно использовать комплексный метод определения качества изделий, который позволяет учитывать все принятые во внимание характеристики и их числовые значения [2, 3]. Комплексный метод оценки качества изделий предполагает использование комплексных показателей, в качестве одного из которых может использоваться средневзвешенный арифметический показатель, который определялся по формуле

$$K_{\text{ариф}} = \sum_{i=1}^m \alpha_{\text{Hi}} \cdot k_{\text{Hi}}, \quad (1)$$

где k_{Hi} – нормированный i -й единичный показатель;

α_{Hi} – нормированный коэффициент, характеризующий вес (значимость, важность) i -го единичного показателя;

m – количество единичных показателей, принятых во внимание.

Чтобы получить нормированные (безразмерные) значения единичных показателей, входящих в формулу, необходимо использовать выражение

$$K_{\text{Hi}} = \frac{k_i - k_{\text{кр } i}}{k_{\text{опт } i} - k_{\text{кр } i}}, \quad (2)$$

где k_i – исходное значение i -го единичного показателя;

$k_{кр i}$ – критическое значение i -го единичного показателя;
 $k_{опт i}$ – оптимальное значение i -го показателя;
 $k_{max i}$ – максимальное значение i -го показателя;
 $k_{min i}$ – минимальное значение i -го показателя.

Если исходные значения k_i лежат в пределах $k_{кр i} < k_i < k_{опт i}$ или $k_{опт i} < k_i < k_{кр i}$, то нормированные значения K_{Hi} будут лежать в пределах $0 < K_{Hi} < 1$.

Коэффициенты значимости α_{Hi} для формулы (1) должны выбираться таким образом, чтобы обеспечивалось условие

$$\sum_{i=1}^m \alpha_{Hi} = 1. \quad (3)$$

То есть коэффициенты значимости должны лежать в пределах $0 < \alpha_{Hi} < 1$.

Для исследований была выбрана 27 моделей блокираторов связи, предлагаемых на рынке различными фирмами: «Jummer», НИИИИ МНПС «Спектр», АО <https://www.podavitel.ru/podaviteli-pelena.php> «Кобра», «Мелдана», Научно-производственный центр «НЕЛК», «ЛОГОС», и др. [4]. В качестве единичных показателей были выбраны конкретные необходимые характеристики: радиус действия; мощность подавления; блокирование *4G LTE* по нижнему диапазону; блокирование *4G LTE* по верхнему диапазону; блокирование *4G Wimax* по нижнему диапазону; блокирование *4G Wimax* по верхнему диапазону; количество антенн; масса; цена; диапазон рабочих температур; габаритные параметры прибора.

Для определения численных значений комплексных показателей качества блокираторов связи необходимо предварительно подготовить и преобразовать исходные данные. Для этого необходимо выполнить ряд последующих действий:

- провести преобразование параметров, выраженных несколькими числовыми значениями, в параметры, выраженные одним значением;
- определить численные значения параметров, по которым информация в источниках отсутствует;
- назначить параметрам коэффициенты значимости;
- выбрать оптимальные и критические значения параметров для их нормирования;
- провести нормирование коэффициентов значимости.

После преобразований число параметров увеличилось на 5.

Для определения численных значений параметров моделей блокираторов связи, по которым информация отсутствовала, использовались средние значения показателей остальных моделей, по которым имелась информация и количество которых превышает количество первых.

Оптимальные и критические значения параметров были выбраны следующим образом:

- за оптимальное значение было взято значение на 5% превышающее максимальное значение из всех значений рассматриваемого параметра, если увеличение параметра приводит к увеличению качества, или значение на 5% меньше минимального значения из всех значений рассматриваемого параметра, если уменьшение параметра приводит к увеличению качества;
- за критическое значение было взято значение на 5% превышающее максимальное значение из всех значений рассматриваемого параметра, если увеличение параметра приводит к уменьшению качества, или значение на 5% меньше минимального значения из всех значений рассматриваемого параметра, если уменьшение параметра приводит к уменьшению качества.

Для присвоения параметрам коэффициентов значимости, которые не приводятся ни в одном из справочных источников, был использован экспресс-метод определения коэффициентов значимости, суть которого заключалась в определении различных по важности групп параметров [2, 3]. Каждой группе присваивались свои диапазоны, выраженные в числовом виде, равностоящие друг от друга.

Результаты расчетов, проведенные по формуле (1) с учетом выражений (2) и (3), в виде столбиковой диаграммы представлены на рисунке 1.

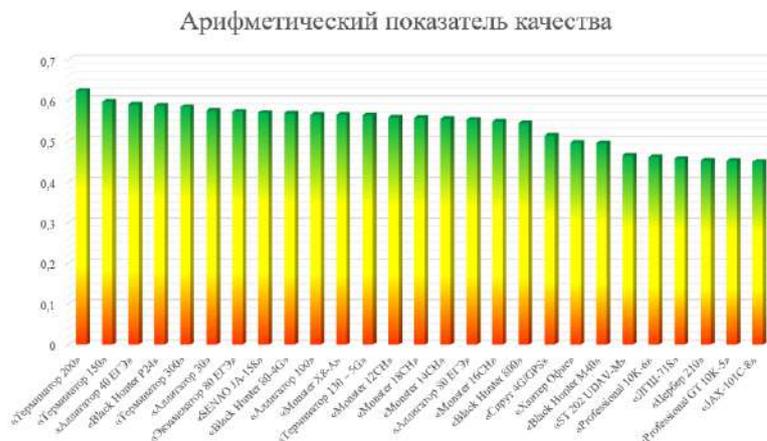


Рисунок 1 – Распределение комплексных показателей качества блокираторов связи

Диаграмма показывает, что лучшим прибором будет «Терминатор 200», а затем будут идти следующие приборы: «Терминатор 150», «Аллигатор 40 ЕГЭ» и др. Полученные данные могут использоваться для предварительного принятия решения о выборе блокираторов связи для защиты объекта.

Заключение. Можно заключить, что полученные результаты дают возможность наглядно и эффективно делать выбор того или иного устройства блокиратора связи для личных нужд или нужд компании для обеспечения защиты информации от утечки по электромагнитному каналу.

Список литературы

1. Лучшие блокираторы связи. Принцип работы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.proantab.ru/luchshie-glushilki-sotovooy-svyazi/>. (Дата обращения: 13.03.2022).
2. Алефиренко, В.М. Выбор извещателей для систем защиты периметра / В.М. Алефиренко, Н.В. Яненко // Znanstvena Misel Journal. – 2019. – Vol. 1, № 31. – С. 51–56.
3. Алефиренко, В.М. Выбор состава технических средств для систем обеспечения безопасности / В.М. Алефиренко // Доклады БГУИР. – 2017. – № 2 (104). – С. 39–44.
4. Производители и марки подавителей. Каталог известных Российских глушилок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.podavitel.ru/proizvoditeli-podavitelej.php/>. (Дата обращения: 20.03.2022).

UDC 004.05

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE COMMUNICATION BLOCKER

Denskevich A. D., Asinenko A. M.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Alefirenko V.M. – Ph.D. assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The results of calculations of complex indicators of the quality of communication blockers used to protect information are presented. A diagram of the distribution of complex quality indicators is shown, with the help of which the most suitable model of a communication blocker can be selected in order to create optimal protection of the object.

Keywords: Communication blocker, information protection, technical characteristics, comprehensive displays, quality, choice of communication blocker model, phone blocking.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДХОДОВ К ОБНАРУЖЕНИЮ СОБЫТИЙ В ИНФРАСТРУКТУРЕ OPENSTACK

Петухов Д.А., Докучаев В.А.

*Ордена Трудового Красного Знамени федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский технический университет связи и информатики" "МТУСИ",
г. Москва, Российская Федерация*

Научный руководитель: Докучаев В.А., д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой СИТuС МТУСИ

Аннотация. Исследование сфокусировано на детализации подходов к выявлению событий, связанных с работоспособностью виртуальной машины в облачной инфраструктуре. Рассматривается среда, построенная на компонентах *OpenStack*. В ходе исследования были определены события, которые могут приводить к перерыву работоспособности виртуальной машины, а также предложены способы проактивного обнаружения данных событий.

Ключевые слова: *OpenStack*, обнаружение событий, мониторинг компонентов, открытый исходный код, свободное программное обеспечение

Введение. Стремление облачных провайдеров в предоставлении услуг на базе собственных разработок часто опирается на продукты с открытым исходным кодом. Такие платформы, как, например, *OpenStack* широко и активно развиваются сообществом разработчиков, однако часто, как и любые другие продукты с открытым исходным кодом имеют пробелы в документации и реализации метрик для оценки их функционирования. Более того, разработка уникального сервиса в дальнейшем требует формулирования особенных подходов и решений для оценки его качества. Поскольку платформа имеет очень широкую область применения, является крайне актуальным вклад в исследование базовых сценариев событий в инфраструктуре, построенной на компонентах *OpenStack*. Результаты исследования позволят определить опорные точки и слабые места инфраструктуры *OpenStack*.

Базовым сценарием применения *OpenStack* является предоставление услуг типа «Инфраструктура как услуга» (*IaaS – Infrastructure as a Service*), т.е. предоставляется набор вычислительных ресурсов, в нашем случае виртуальные машины (VM), как услуга. В обеспечении функционирования этой услуги используется минимальный набор компонентов *OpenStack: Neutron, Nova, Keystone, Glance*. Реализация развёртывания данных компонентов, их составляющих и обеспечение взаимодействия между ними являются ключевыми факторами, которые необходимо уточнить для исследования возможностей обнаружения событий.

Определение целевого состояния виртуальной машины. Уточним, что цель данного исследования направлена на поиск алгоритмов обеспечения показателей качества в облачной инфокоммуникационной инфраструктуре. В рамках этого исследования рассматривается один из аспектов поставленной задачи, необходимый для детализации и описания предметной области услуги вычислений *IaaS*. В ходе ранее проведённых исследований [3] было определено, что в нормативной документации для облачных услуг определяются такие показатели, как доступность, непрерывность, функциональность, обслуживаемость, производительность и другие. В то же время, методы и способы реализации данных сценариев изучены недостаточно. Сложность взаимодействия компонентов инфраструктуры *OpenStack* сужает возможности оценки качества исполнения сценариев с виртуальными машинами. Можно предложить два подхода к оценке качества взаимодействия компонентов:

1. функциональная оценка работоспособности компонентов, задействованных в предоставлении конечной услуги;
2. временная оценка, характеризующая выполнение операций каждым из компонентов за заданное время.

При первом подходе поставленную задачу можно декомпозировать на следующие подзадачи:

- описание информационных потоков и консолидация сведений о состояниях объектов, в том числе, на основе технической документации по устройству механизмов компонентов *OpenStack* [2];

- составление списка сообщений, выявленных в ходе поиска обрабатываемых или необрабатываемых исключений в исходном коде компонентов *OpenStack* [4].

При втором подходе требуется:

- тщательная настройка журналирования всех компонентов с точными временными отметками о событиях;

- корректные настройки получения информации о времени с серверов точного времени;

- использование единого формата записи времени.

Прежде чем приступить к более глубокому исследованию возможностей для реализации данных подходов, необходимо обозначить область определения запущенной виртуальной машины в *OpenStack*. Необходимо обосновать значимость исследуемых взаимодействий между компонентами. Базовая услуга виртуальной машины, как конечный сервис для потребителя, представляет собой следующие ключевые возможности:

- предоставляется виртуальный вычислительный ресурс с заданной конфигурацией (*vCPU, RAM*);

- предоставляются доступы к сетевому управлению виртуальной машиной (*VNC, SPICE, RDP, SSH*);

- обеспечивается доступность виртуальной машины другим виртуальным машинам внутри одной подсети;

- предоставляются доступы к *ACPI* управлению виртуальной машиной (включение, выключение, перезагрузка);

- предоставляется подключение одного или несколько сетевых интерфейсов к виртуальной машине (ввод-вывод осуществляется);

- предоставляется подключение одного или нескольких накопителей к виртуальной машине (ввод-вывод осуществляется).

Вышеизложенные функциональные возможности определим, как целевое работоспособное состояние виртуальной машины. Важно уточнить, что такое определение виртуальной машины позволяет определить границы сервиса, не выходя за его пределы. Например, конкретные типы дисков, а также драйвер взаимодействия с системой хранения данных, выходят за рамки этого определения. Напротив, выделяются только возможности, относящиеся к функционированию виртуальной машины (пребыванию в работоспособном состоянии) в терминах *OpenStack*.

После того, как целевое состояние виртуальной машины определено, необходимо провести исследование с целью определить какие компоненты *OpenStack* обеспечивают его функционирование. Данный процесс представлен в виде схемы компонентов, обеспечивающих функционирование виртуальной машины в инфраструктуре *OpenStack* (Рисунок 1). Пояснения взаимосвязи компонентов между собой на приведённой выше схеме приведены в [5].

Исследование событий недоступности виртуальной машины. Чтобы определить события, сигнализирующие о возможной недоступности виртуальной машины, используем подход исследования исходного кода компонентов [4]. Анализ кода обнаруживает, что *OpenStack* не содержит в кодовой базе какого-либо компонента, контролирующего исполнение последовательности операций какой-либо функции.

Напротив, архитектура компонентов такова, что обмен командами между компонентами осуществляется через очередь сообщений без гарантии исполнения. Это обнаруживает недостаток и сложность при поиске проблем на инфраструктуре. С другой стороны, расширенная отладочная информация позволяет непосредственно сопоставлять отклонения с целевыми состояниями виртуальной машины, хотя это и требует глубокой проработки. Иными

словами, недостаток документации и инструментов управления необходимо компенсировать тщательной настройкой инструментов мониторинга.

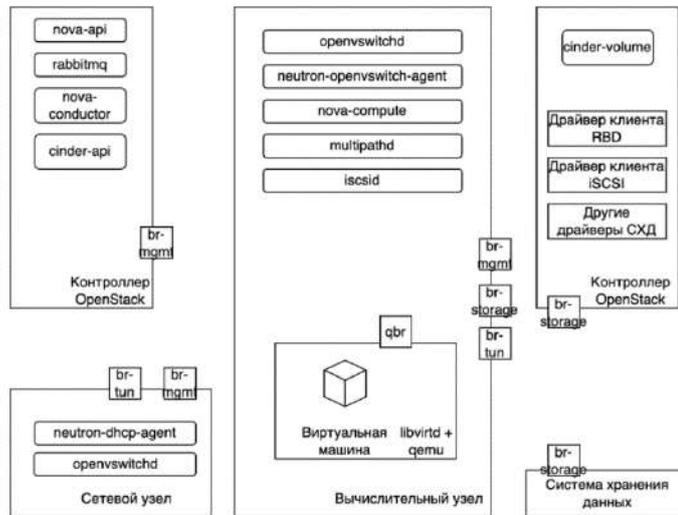


Рисунок 1 – Схема компонентов, обеспечивающих функционирование виртуальной машины в инфраструктуре OpenStack

Например, на рисунке 2 показано, что драйвер *libvirt* содержит 274 журналируемых записи о событиях с виртуальной машиной. Примеры сообщений о невыполнении функций приведены в таблице 1. Анализ и сбор сообщений является централизованной задачей, которую возможно решать такими инструментами мониторинга, как *Zabbix*, *Elasticsearch*, *Grafana* и *Kibana*. Корректная настройка данных инструментов позволит корректно обрабатывать события и устанавливать для них принимаемое решение.



Рисунок 2 – Анализ исходного кода драйвера libvirt компонента OpenStack Nova

Результаты исследования показали, что составление таблицы на основе сообщений в исходном коде и сопоставленных им функций, являющихся показателями работоспособности ВМ, позволит предупредить потенциальные события с виртуальной машиной.

Данный подход не является единственным. Рекомендации сообщества *OpenStack* также включают использование глобального и локального идентификатора запроса для отслеживания цепочки вызовов [7]. Цепочки запросов, или вызовов, приводящих к ошибке, также являются объектами для отслеживания.

Таблица 1 – Функции и сообщения об ошибках в компонентах OpenStack

Функция	Сообщение	Принимаемое решение
Выключение, перезагрузка ВМ	LOG.info("Instance failed to shutdown in %d seconds.", timeout, instance=instance) LOG.warning("Failed to soft reboot instance. Trying hard reboot.", instance=instance)	Определить массовость Проверить доступность СХД и вывести <i>UUID ВМ</i> и информацию о подключенных дисках
Подключение диска	LOG.info('Getting block stats failed, device might have ' 'been detached. Instance=%(instance_name)s ' 'Disk=%(disk)s Code=%(errcode)s Error=%(e)s', {'instance_name': instance.name, 'disk': disk_id, 'errcode': errcode, 'e': e}, instance=instance)	Определить подключение диска и вывести <i>UUID ВМ</i> и информацию о подключенных дисках

Дальнейшее развитие исследования обнаруживает перспективу на основе результатов, полученных авторами в [8, 9]. В частности, авторами были выделены риски при эксплуатации облачной инфраструктуры территориально-распределённой компании: сбой контроля выделяемой дисковой ёмкости, задержка операций ввода-вывода при переключении контроллеров системы хранения данных, превышение квот на выделение ресурсов и другие. Данные и многие другие отказы необходимо обнаруживать проактивно для обеспечения качества сервиса.

Заключение. Обеспечение показателей качества функционирования виртуальной машины в облачной инфраструктуре требует подробно проработанного комплекса мер. Архитектура компонентов *OpenStack* не обнаружила компонентов, позволяющих отслеживать функционирование виртуальной машины во всех состояниях и этапах штатным способом. Для оценки работоспособности функций мощным инструментом оказалась обработка определённых сообщений, которые возможно выделить в исходном коде компонентов *OpenStack*. Проверка событий на массовость, а также на основе взаимосвязей компонентов позволит проактивно обнаруживать события на инфраструктуре.

Список литературы

1. *Self-healing SIG//OpenStack: [caim]*. — URL: https://wiki.openstack.org/wiki/Self-healing_SIG
2. *Technical Reference Deep Dives//OpenStack: [caim]*. — URL: <https://docs.openstack.org/nova/latest/reference/index.html>
3. Петухов Д. А. Анализ показателей качества облачных услуг на мировом рынке / Петухов Д. А., Докучаев В. А // *REDS: ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ*. — 2021
4. *Mirrors of opendev.org/openstack*. — GitHub: [caim]. — URL: <https://github.com/openstack>.
5. *Conceptual architecture. Installation Guide documentatio //OpenStack: [caim]*. — URL: <https://docs.openstack.org/install-guide/get-started-conceptual-architecture.html#get-started-conceptual-architecture>
6. *Global event correlation//Zabbix: [caim]*. — URL: https://www.zabbix.com/documentation/5.4/en/manual/config/event_correlation/global
7. *Faults — Compute API Guide 2.1.0 documentation // OpenStack: [caim]*. — URL: <https://docs.openstack.org/api-guide/compute/faults.html>
8. Петухов, Д. А. Исследование подходов к управлению рисками при создании облачной инфраструктуры территориально-распределённой компании / Д. А. Петухов, В. А. Докучаев // *Телекоммуникации и информационные технологии*. — 2019. — Т. 6. — № 2. — С. 140-145.
9. Maklachova, V. V. Risks identification in the exploitation of a geographically distributed cloud infrastructure for storing personal data / V. V. Maklachova, V. A. Dokuchaev, V. Y. Statev // *2020 International Conference on Engineering Management of Communication and Technology, EMCTECH 2020 - Proceedings, Vienna, 20–22 октября 2020 года*. — Vienna, 2020. — P. 9261541. — DOI 10.1109/EMCTECH49634.2020.9261541.

UDC 004.45

A RESEARCH OF APPROACHES FOR EVENTS DETECTION IN OPENSTACK INFRASTRUCTURE

Petukhov D.A., Dokuchaev V.A.

Moscow Technical University of Communications and Informatics “MTUCI”, Moscow, Russian Federation

Scientific supervisor: Dokuchaev V.A. — Dr. Sc, Prof., Head of Department NIT&S, MTUCI

Annotation. This article is focused on detailing the approaches on events detection at the target working state of virtual machine in cloud infrastructure. The environment, which is being researched is based on OpenStack components. As the output of the research the events were revealed, which can result in instance service interruption, and the ways for proactive discovery were proposed.

Keywords: OpenStack, event detection, monitoring, open-source software, free software

МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ПОТОКОВ ДАННЫХ

Белов А.Д.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Ролич О.Ч. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Представлены различные виды и способы организации обработки данных, выделены их преимущества и недостатки, приведены примеры использования.

Ключевые слова: обработка данных, ЭВМ, быстрое преобразование Фурье, быстрое преобразование Хартли

Введение. Обработка данных – процесс их приведения к форме, удобной для использования [1]. Независимо от вида информации, которая должна быть получена, и типа оборудования любая система обработки данных выполняет три основные группы операций: сбор данных, собственно их обработку и получение, и анализ результатов. В данной работе представлены основные методики обработки числовых потоков для разных исходных данных.

Основная часть. Для выбора методики необходимо определить режим и способ обработки данных. На рисунке 1 представлена классификационная схема с распространёнными режимами и способами их обработки.



Рисунок 1 – Классификационная схема режимов и способов обработки данных

Основной принцип пакетного режима заключается в том, что пользователь подготавливает данные и формирует их в пакеты. Информация распределяется по пакетам несколькими способами: по времени создания, по типу данных, по источнику, по содержанию и так далее. После подготовки они загружаются в ЭВМ, где система обрабатывает данные по заданному алгоритму. Разделяют два вида выполнения операций: последовательный и параллельный. Этот режим часто используется для обучения искусственных нейронных сетей или при обработке изображений.

Режим реального масштаба времени – режим, при котором вычислительная система взаимодействует с контролируемыми или управляемыми процессами в темпе протекания

процессов. Например, используется для измерения изменений сигнала, поступающего от аналоговых или цифровых датчиков.

Для обработки аналоговых сигналов применяется аналого-цифровой преобразователь, преобразующий сигнал в набор данных, впоследствии используемых ЭВМ. С целью уменьшения погрешности проводится фильтрация потока данных, после чего осуществляется анализ сигнала с помощью быстрого преобразования Фурье или быстрого преобразования Хартли. Результирующий обработанный сигнал анализируется по частоте, амплитуде и фазе. Данный способ применяется в обработке аудиосигнала, сигналов цифровых датчиков, вольтметра и др. Ниже приведена структурная схема спектроанализатора, в основе работы которого лежит данный способ (рисунок 1(а)), и пример работы устройства (рисунок 1(б)).

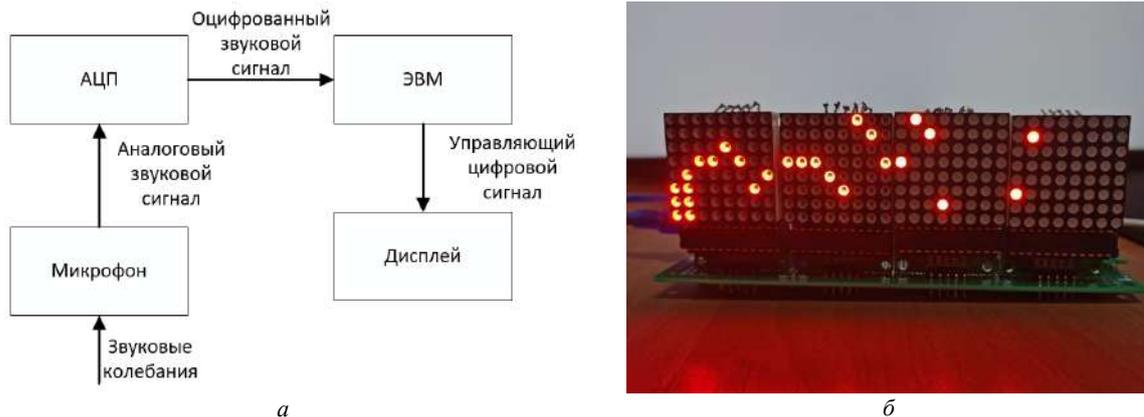


Рисунок 2 – Структурная схема а спектроанализатора и пример б работы устройства

Для работы с цифровыми датчиками при наличии у ЭВМ необходимых интерфейсов потребность в дополнительных устройствах предварительной подготовки сигнала и данных отсутствует.

В режиме разделения времени система работает с несколькими пользователями, выделяя для каждого определенное количество тактов на выполнения задачи. Если задача не успевает выполняться, она останавливается и переносится в очередь задач.

При работе в диалоговом режиме пользователь имеет возможность непосредственно взаимодействовать с вычислительной системой. Для организации потоковой обработки данных создается программное обеспечение с возможностью выбора разных вариантов алгоритмов работы, получения ответа от ЭВМ и отправки корректирующей или подтверждающей команды.

Регламентный режим характеризуется определенностью отдельных задач пользователя во времени. Например, получение результатных сводок по окончании месяца, расчет ведомостей начисления зарплаты к определенным датам. Сроки решения устанавливаются заранее по регламенту в противоположность к произвольным запросам.

При централизованном способе пользователь доставляет в вычислительный центр данные и получает результаты обработки в виде документов. Особенностью такого способа обработки являются сложность и трудоемкость налаживания быстрой бесперебойной связи, большая загруженность вычислительного центра информацией, организация безопасности системы от возможного несанкционированного доступа.

Децентрализованный способ связан с появлением персональных ЭВМ, дающих возможность автоматизировать конкретное рабочее место.

Распределенный способ обработки данных основан на распределении функций обработки между различными ЭВМ, включенными в сеть. Этот способ может быть реализован двумя путями: первый предполагает установку ЭВМ в каждом узле сети, при этом обработка данных осуществляется одной или несколькими ЭВМ в зависимости от реальных возможностей системы и ее потребностей на текущий момент времени. Второй путь – размещение большого числа различных процессоров внутри одной системы. Для организации

последнего используется система *Docker*. С помощью данной платформы создаются изолированные среды для каждого процесса, что позволяет защитить данные при обработке информации из разных источников, исключить конфликт процессов и распределить нагрузки между задачами.

Интегрированный способ обработки информации предусматривает создание информационной модели управляемого объекта, то есть создание распределенной базы данных. Такой способ обеспечивает максимальное удобство. С одной стороны, базы данных предусматривают коллективное пользование и централизованное управление. С другой стороны, объем информации, разнообразие решаемых задач требуют распределения базы данных. Технология интегрированной обработки информации позволяет улучшить качество, достоверность и скорость обработки, так как обработка производится на основе единого информационного массива, однократно введенного в ЭВМ. Особенностью данного способа является отделение процедуры обработки технологически и по времени от процедур сбора, подготовки и ввода данных.

Заключение. Рассмотрены различные режимы и способы обработки данных, перечислены их преимущества и недостатки, представлен пример использования способа обработки данных в режиме реального масштаба времени.

Список литературы

1. Келлехер, Д.Д. Наука о данных / Д.Д. Келлехер, Брендан Турни. – Москва : Альпина, . – 222 с.
2. Хабр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/258967/>.
3. Пселтис, Эндрю Дж. Поточковая обработка данных. Конвейер реального времени / Эндрю Дж. Пселтис. – Москва : ДМКПресс, 2018. – 197 с.

UDC 004.042

METHODS OF PROCESSING DATA STREAMS

Belov A.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Rolich O.Ch. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. Various types and methods of organizing data processing are presented, their advantages and disadvantages are highlighted, and the examples of use are given.

Keywords: Data processing, computer, fast Fourier transform, fast Hartley transform

УДК 614.841.343:699.814.6

ПРОЕКТИРОВАНИЕ В AUTODESK REVIT: ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

Калита Е.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Калита О.В. – магистр, ассистент кафедры ПИКС

Аннотация. Рассматривается программный комплекс *Autodesk Revit* для автоматизированного проектирования, реализующий принцип информационного моделирования зданий (*Building Information Modeling, BIM*). Приведены его достоинства и недостатки.

Ключевые слова: проектирование, программный комплекс *Revit, Building Information Modeling, BIM*.

Введение. Согласно Приказу Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 27.10.2014 №298 утвержден перечень зданий и сооружений, проектирование которых должно осуществляться только с применением технологии информационного моделирования объектов. Это одно из квалификационных требований, предъявляемых к организации при аттестации в соответствии с постановлением №25 Минстройархитектуры. Одной из программ, реализующих эту технологию, является *Autodesk Revit*.

Autodesk Revit, или просто *Revit* – программный комплекс для автоматизированного проектирования, реализующий принцип информационного моделирования зданий (*Building Information Modeling, BIM*). Предназначен для архитекторов, конструкторов и инженеров-проектировщиков. Предоставляет возможности трехмерного моделирования элементов здания и плоского черчения элементов оформления, создания пользовательских объектов, организации совместной работы над проектом, начиная от концепции и заканчивая выпуском рабочих чертежей и спецификаций.

Основная часть. Информационное моделирование здания – это подход к возведению, оснащению, обеспечению эксплуатации и ремонту здания (к управлению жизненным циклом объекта), который предполагает сбор и комплексную обработку в процессе проектирования всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и иной информации о здании со всеми её взаимосвязями и зависимостями, когда здание и все, что имеет к нему отношение, рассматриваются как единый объект.

Трёхмерная модель здания либо другого строительного объекта, связанная с информационной базой данных, в которой каждому элементу модели можно присвоить дополнительные атрибуты. Особенность такого подхода заключается в том, что строительный объект проектируется фактически как единое целое. И изменение какого-либо одного из его параметров влечёт за собой автоматическое изменение остальных связанных с ним параметров и объектов, вплоть до чертежей, визуализаций, спецификаций и календарного графика.

В программном комплексе имеется возможность создания общей трехмерной модели здания, которая условно разбивается на рабочие плоскости, откуда берутся все анализируемые элементы (колонны, стены, фундаменты, перекрытия). Элементы берутся из загруженных семейств (в программе предусмотрена возможность создания своих семейств).

BIM имеет два главных преимущества перед *CAD*:

1. Модели и объекты управления *BIM* – это не просто графические объекты, это информация, позволяющая автоматически создавать чертежи и отчёты, выполнять анализ проекта, моделировать график выполнения работ, эксплуатацию объектов и т. д. – предоставляющая коллективу строителей неограниченные возможности для принятия наилучшего решения с учётом всех имеющихся данных.

2. *BIM* поддерживает распределённые группы, поэтому люди, инструменты и задачи могут эффективно и совместно использовать эту информацию на протяжении всего

жизненного цикла здания, что исключает избыточность, повторный ввод и потерю данных, ошибки при их передаче и преобразовании.

Технология *BIM* – информационное моделирование объектов – упрощает совместную работу и позволяет контролировать и устранять коллизии на каждом этапе проектирования.

Если рассматривать инструменты для моделирования, в «*Revit*» есть все необходимое для того, чтобы быстро и точно построить 3D-модель.

В *Revit* модель (будь это 3D модель или планы, разрезы и тд) и спецификации взаимосвязаны. То есть можно выбрать любой элемент в спецификации и показать его на любом виде, где данный элемент/элементы присутствуют. Это позволяет: исключить лишние элементы, быстрее заполнить спецификации и осуществить координацию по проекту.

К недостаткам можно отнести следующее: первое, с чем сталкивается проектировщик, когда начинает работать в данном софте, это отсутствие белорусских норм и маленькая библиотека семейств. Но не стоит этого бояться, так как *Revit* довольно гибкая программа. В сравнении с *Arhcad* для создания нужных элементов исполнителю не надо быть программистом. Все семейства, штампы, марки не составит труда самостоятельно разработать в редакторе семейств и наделить их динамическими свойствами. Отсюда следует вывод, что *Revit* – это не разовая программа, чтобы овладеть всеми ее прелестями надо потратить немало времени.

Также в данном софте существуют проблемы с разработкой рабочей документации, а именно узлов, мелких деталей и т.п. Обойти эту проблему можно либо с помощью приложения *Advance steel*, либо разработав со временем свою библиотеку семейств с наиболее востребованными элементами.

Если говорить о совместной работе в *Revit*, то эта функция является основным преимуществом данного софта. Но и здесь есть свои минусы. При организации совместной работы есть только 2 варианта взаимодействия всех участников проекта: через сервер и через *BIM 360 team*. Понятно, что принцип использования облака *Autodesk* основан на коммерческих интересах компании – разработчика, но было бы намного лучше, если бы синхронизация файла могла также происходить и в других облачных приложениях. Также еще одной особенностью *Revit* является то, что в отличие от *Autocad*, файлы, созданные в более поздней версии программы, нельзя сохранять в ранних версиях.

Несмотря на трудности, связанные с изучением программы, немалую стоимость самой программы и подготовка кадров для плодотворной работы в программе, *Revit*, является несомненно удобным, ускоряющим и улучшающим процесс проектирования инструментом.

Список литературы

1. Ланцов А.Л. Компьютерное проектирование зданий: *REVIT 2015* / А.Л. Ланцов – Москва : ДМК Пресс, 2014. – 659 с.
2. Талапов В.В. Технология *BIM*. Суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий / В.В. Талапов - Москва : ДМК Пресс, 2015. – 410 с.
3. «Официальный учебный курс *Autodesk Revit Architecture 2013-2014*».
4. Минусы *Revit* в реальности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dmstr.ru/articles/minusy-revit-v-realnosti/>. – Дата доступа: 01.04.2022.
5. Преимущества *Revit* для подготовки *BIM* модели [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://infars.ru/blog/preimuschestva-revit-dlya-podgotovki-bim-modeli/>. – Дата доступа: 01.04.2022.

UDC 614.841.343:699.814.6

DESIGN IN AUTODESK REVIT: ADVANTAGES AND DISADVANTAGES

Kalita E.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kalita O.V – master's degree, assistant

Annotation The Autodesk Revit software package for computer-aided design, which implements the principle of building information modeling (Building Information Modeling, BIM), is considered. Its advantages and disadvantages are given.

Keywords: design, Revit software package, Building Information Modeling, BIM.

УДК 621.3.049.77–048.24:537.2

ПРЕДСКАЗАНИЕ СИГНАЛОВ СТАЦИОНАРНЫХ ПРОЦЕССОВ*Дановский В.Д.**Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь**Научный руководитель: Ролич О. Ч. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС*

Аннотация. Исследованы спектрограммы изношенной и неизношенной топливной форсунки. Разработана предсказательная модель на основе LSTM-нейронной сети. Предложены мероприятия по улучшению предсказательной точности модели и методология использования полученных результатов.

Ключевые слова: стационарный процесс, нейронная сеть, линейное предсказание

Введение. Всякий сигнал, будь то природы звуковой, электромагнитной, сейсмической или геофизической содержит в себе информацию о предмете его породившем. Работа с подобными источниками обуславливает необходимость изучения порождаемых ими сигналов для прогнозирования их состояния, функционирования или иного критерия, требуемого для работы с ними и решения поставленной практической задачи. С развитием информационных технологий становятся популярны методы линейных предсказаний на основе различного рода нейронных сетей, вариант которой будет рассмотрен для исследования работы и оценки износа топливной форсунки и прогнозирования их функционирования в целях предотвращения аварий.

В качестве исследуемого процесса были взяты сигналы MEMS-акселерометра LIS3D, закреплённого произвольным образом на форсунке BOSCH на испытательном стенде CR Jet-4E [1].

Исследование сигналов основывается на спектральном анализе с вычислением спектрограмм. А непосредственными источниками данных выступают неизношенная и изношенная дизельные форсунки.

Линейное предсказание значений с акселерометра, при которых дизельная форсунка будет считаться изношенной позволяет путем сравнения спектрограмм оценивать примерное состояние детали в данный момент, и, в случае необходимости, упреждительно принимать меры о её замене.

Основная часть. На рисунке 1 изображены спектрограммы исследуемых сигналов MEMS- акселерометра для всех трёх его осей у изношенной (а) и неизношенной (б) форсунок. Устройство установлено непосредственно на корпусе дизельной форсунки, работающей в идентичных режимах при одинаковом давлении.

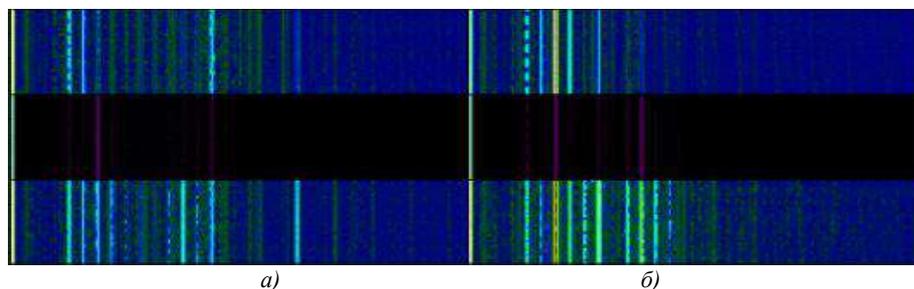


Рисунок 1 – Спектрограммы сигналов MEMS-акселерометра для изношенной (а) и неизношенной (б) дизельных форсунок.

Представленный на рисунке 1 фрагмент спектрограммы, был реализован на базе окна Хэмминга, длиной скользящей выборки 512 отсчётов, её последовательным сдвигом на 64 отсчёта и частотой дискретизации 1600 отсчётов/с. Анализируя этот фрагмент, полученный в стационарном режиме работы форсунок под давлением 158 бар следует отметить значительно

большую ширину спектра вибраций у изношенной форсунки [2]. Из-за деформации поверхности иглы распылителя и расшатывания пружины форсунки в процессе её длительной эксплуатации и износа спектры различаются наличием 16 и 8 пиков для изношенной и неизношенной форсунки соответственно, а ширина спектра изношенной форсунки на 100 Гц больше неизношенной.

Опираясь на вышеописанный пример анализа спектрограммы, таким же образом будет проводиться оценка изношенности форсунки при снятии показаний в определенный момент времени с предсказанными показаниями модели.

Так как данные с акселерометра являются временным рядом, то моделью линейного предсказания будет выступать *LSTM*-нейронная сеть. Благодаря особенностям этого вида рекуррентной нейронной сети в виде повторения модулей с комбинацией четырех слоев, взаимодействующих друг с другом, она обладает с способностью изучать долгосрочные зависимости в данных [3]. На рисунке 2 представлена схема модуля описываемой сети.

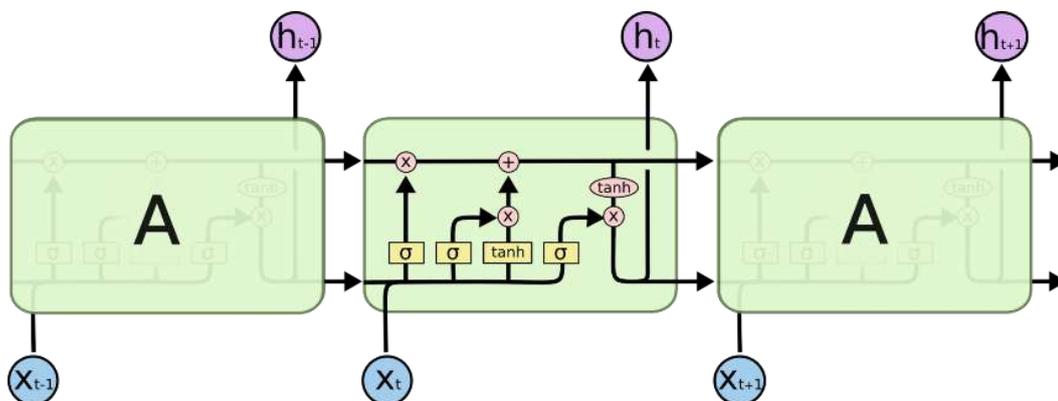


Рисунок 2 – Модуль *LSTM*-нейронной сети

Для обучения и тестирования сети были взяты те же исследуемые данные изношенной и неизношенной форсунок, разделённые в пропорциях 3 к 1 для обучающей и тестируемой выборки соответственной. Итоговыми данными является массив векторов, содержащих значения 16 отсчетов по каждой оси со сдвигом на 1 отсчет. Архитектура самой сети представляет собой 4 *LSTM*-слоя с 50 модулями в каждом и 1 полносвязный слой для выходных значений. Для оптимизации весов сети использовалась функция *Adaptive moment estimation (Adam)*, а в качестве функции ошибки - средняя квадратическая ошибка.

На рисунке 3 представлен результат сети после 25 обучающих эпох (б), при переданных данным (в) и ожидаемый результат (а).

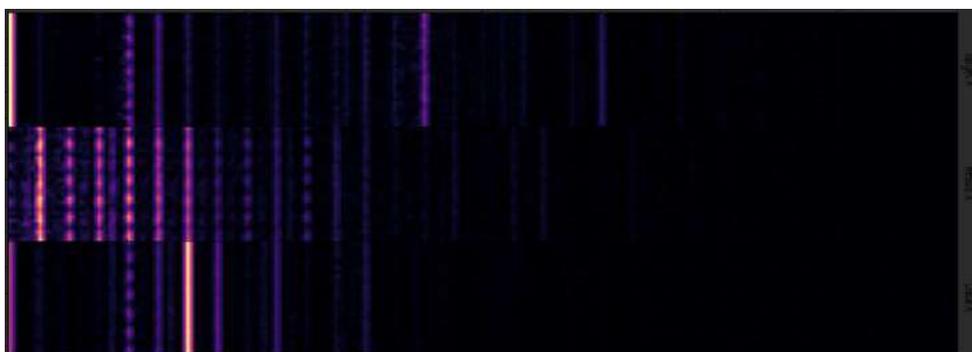


Рисунок 3 – Спектрограммы ожидаемого результата сети (а) полученного (б) и передаваемых данных дизельных форсунок по оси X

Таким образом, модель с точностью 39% предсказывает при каких значениях форсунка будет близка к своему изношенному состоянию. К сожалению, такой коэффициент точности не позволяет обобщить модель, что говорит о необходимости доработки архитектуры, дообучения (так как эффекта переобучения не наблюдается) или разработки собственной функции ошибки для валидации данных.

Заключение. Опираясь на всё вышесказанное, износ форсунки рекомендуется оценивать по ширине вибрационного спектра сигнала акселерометра, закреплённого произвольным образом на её корпусе. Таким же методом, при создании модели линейного предсказания, способной к обобщению, возможно при промежуточном снятии показаний с форсунки оценивать её состояние, анализируя полученную спектрограмму с предсказанной. Особый научный интерес представляют процессы размножения гармоник и детектирования новых частот в вибрационном спектре с оценкой износа и вычислением остаточного ресурса в реальном времени.

Список литературы

1. Жеико, А. А. Диагностирование многоканальной измерительной системой с гибкой структурой форсунок фирмы BOSCH / А. А. Жеико, В. Е. Тарасенко, О. Ч. Роллч, А. В. Дунаев // Технический сервис машин. – 2021. – Т. 59 – № 1 (142) – С. 55 – 64. – Режим доступа: <http://vintsm.ru/wp-content/uploads/2021/07/%E2%84%961-142-2021.pdf>.
2. Тарасенко, В. Е. Алгоритмы обработки сигналов в интегрированной системе виброакустической и тепловой диагностики дизельных двигателей / В. Е. Тарасенко, О. Ч. Роллч, Д. А. Михаевич // Агронаворама. – 2020. – № 6 – С. 38 – 41. – Режим доступа: <https://ar.bsatu.by/images/files/2020/AgroP-2020-06-int.pdf>.
3. Николенко, С. Рекуррентные нейронные сети или Как правильно кусать себя за хвост. LSTM / С. Николенко, А. Кадурин, Е. Архангельская. // Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей. – Питер, 2018. – Гл. 6. – С. 231–248.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

PREDICTION OF STATIONARY PROCESS SIGNALS

Danovski V.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Rolich O.Ch. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. Were investigated spectrograms of new and worn-out fuel injector. Has been developed a predictive model based on the LSTM neural network. Measures to improve predictive accuracy of the model and methodology of using the obtained results are proposed.

Keywords: stationary process, neural network, linear prediction

АЛГОРИТМ КЛАСТЕРИЗАЦИИ МЕТОДОМ k -СРЕДНИХ

Стремоус М.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Ролич О.Ч. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Целью данной работы является реализация алгоритма кластеризации методом k -средних. В результате разработана программа, в которой реализован данный метод на примере множества точек на плоскости.

Ключевые слова: кластеризация, метод k -средних

Введение. Кластеризация – группировка множества объектов на подмножества (далее кластеры) таким образом, чтобы представители одного кластера были схожи друг с другом больше, чем с представителями других кластеров по какому-либо критерию. На данный момент кластеризация играет важную роль, так как она используется для классификации объектов, сжатия данных, обнаружения шумов и ряда других задач.

Основная часть. Метод k -средних – это итеративный алгоритм, основанный на минимизации суммарного квадратичного отклонения точек кластеров от центров этих кластеров.

Суть рассматриваемого алгоритма кластеризации заключается в следующем: данное изначально множество разбивается на заранее известное количество кластеров k . При каждой итерации алгоритм стремится минимизировать среднеквадратичное отклонение точек каждого кластера. Данная идея реализуется благодаря перевычислению на каждой итерации центра масс для каждого кластера, полученного на предыдущем шаге. После перевычисления все элементы множества вновь разбиваются на кластеры, относя себя к тому, центр которого оказался ближе. Данные действия завершаются, если после перевычисления центра масс кластера он совпал с центром масс кластера, полученным на предыдущей итерации [4].

Данный алгоритм реализован на языке программирования *Python*. Случайным образом задаются координаты для 16 точек, а также координаты начальных центров двух кластеров. Для большей наглядности центры кластеров отмечены отличительным знаком (красная звезда) [2]. Начальное распределение точек и центров кластеров представлены на рисунке 1:

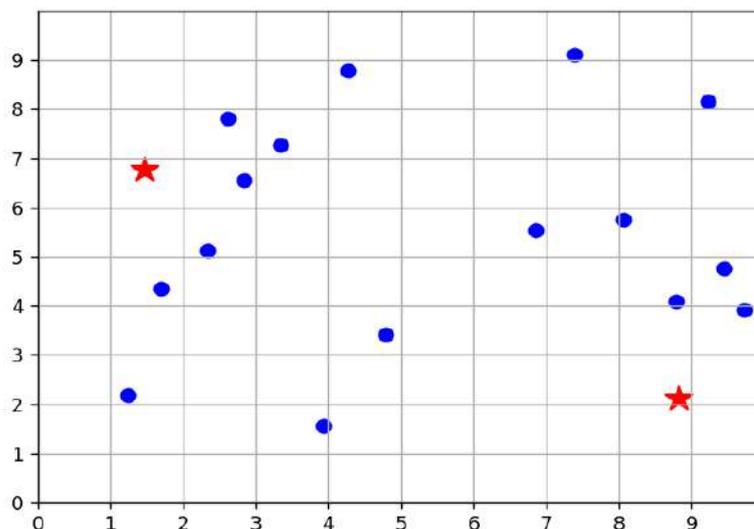


Рисунок 1 – Начальное распределение точек множества и центров кластеров

После проведения первой итерации наблюдается картина, которая представлена на рисунке 2:

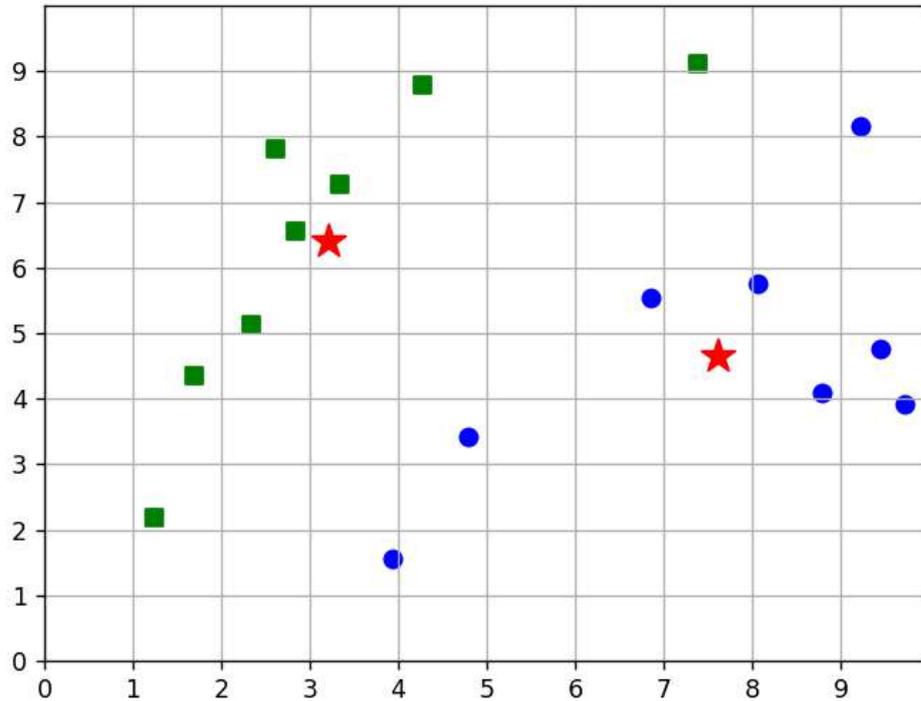


Рисунок 2 – Результат проведения первой итерации

После проведения второй итерации наблюдается картина, которая представлена на рисунке 3:

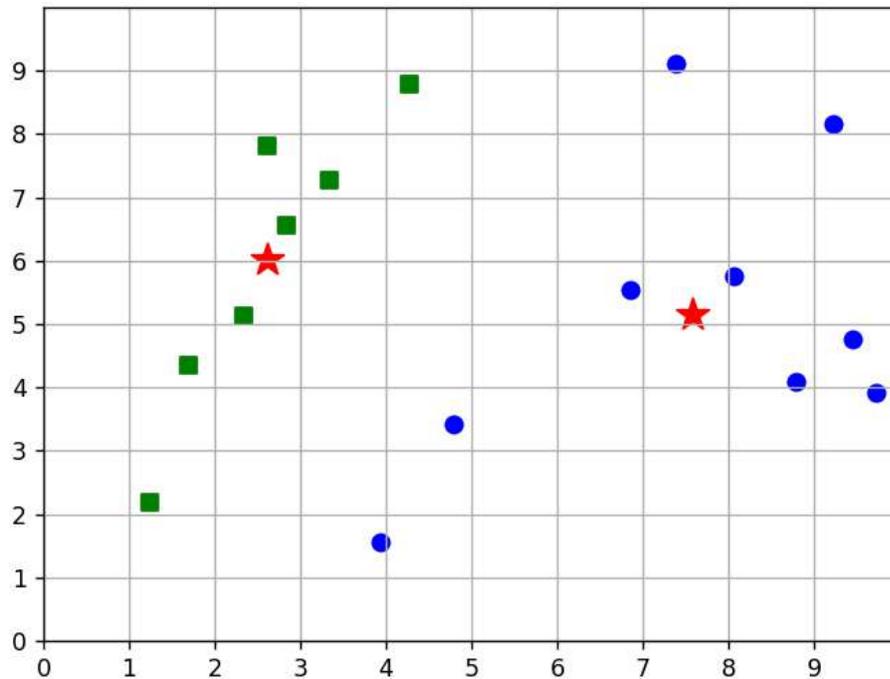


Рисунок 3 – Результат проведения второй итерации

Спустя 4 итерации получен результат, который представлен на рисунке 4:

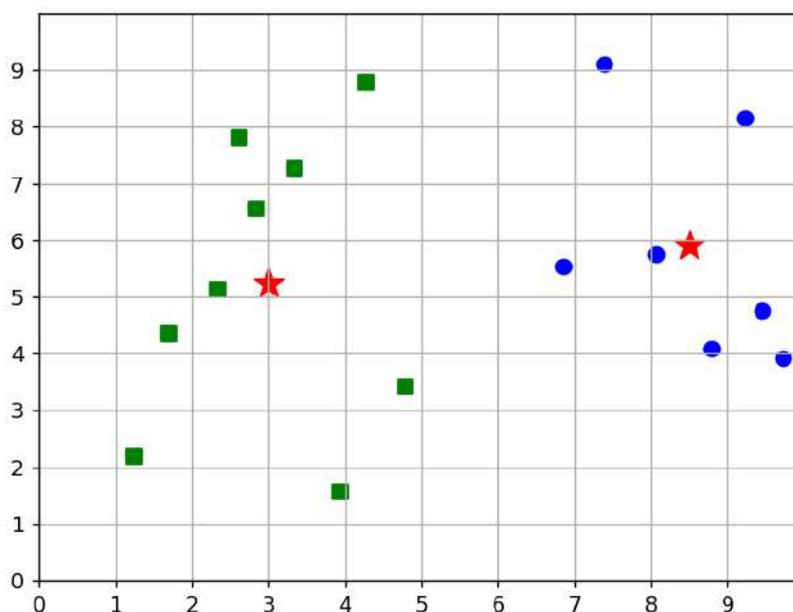


Рисунок 4 – Результат кластеризации методом k -средних

Для большей наглядности элементы множества, относящиеся к разным кластерам, разграничены разными цветами.

Стоит отметить, что в данном методе кластеризации в качестве метрики используется Евклидово расстояние. Количество кластеров заранее задаётся исследователем, а качество кластеризации зависит от первоначального разбиения [3].

Заключение. Реализованный алгоритм позволяет кластеризовать множество точек на плоскости методом k -средних. В результате формируются хорошо воспринимаемые кластеры с выделенными центрами, которые соответствуют центрам масс каждого кластера.

Список литературы

1. Документация Python [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.python.org/doc/> – Дата доступа: 28.03.2022.
2. Python. Scatter - график разброса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pyprog.pro/mpl/mpl_scatter.html – Дата доступа: 28.03.2022.
3. Кластеризация: метод k -средних [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://statistica.ru/theory/klasterizatsiya-metod-k-srednikh/> – Дата доступа: 28.03.2022.
4. Кластеризация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Кластеризация> – Дата доступа: 28.03.2022.

UDC 004.021

K-MEANS CLUSTERING ALGORITHM

Stremous M.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Rolich O.Ch. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The purpose of this work is the implementation of the k -means clustering algorithm. As a result, there was a program in which this method is implemented using the example of a set of points on a plane.

Keywords: clustering, k -means method

УДК 621.3.049.77–048.24:537.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ SMM ДЛЯ ПРОДВИЖЕНИЯ ПРОДУКТА

Тавлуй Д.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Алексеев В.Ф. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Изучена специфика применения SMM на рынке для продвижения продукта, проанализированы средства и методы маркетинга в социальных сетях, разработаны рекомендации внедрения SMM через различные социальные платформы.

Ключевые слова: SMM, продвижение в интернете, маркетинг, социальные сети.

Введение. Социальные сети выступают не только площадкой для пользовательского общения, но и как маркетинговый инструмент продвижения бренда, создания лояльности и увеличения продаж.

Social media marketing (SMM) – процесс привлечения трафика или внимания к бренду или продукту через социальные платформы.

В современном мире компании и бренды активно используют социальные сети для продвижения своей продукции, но многие из них не используют новые технологии и инструменты ввиду недостаточности теоретических знаний и практических навыков.

Исследованием проблем интернет-маркетинга занимались такие ученые, как: И. Бойчук, М. Лебеденко, И. Литовченко, Н. Инькова, В. Пилипчук, Ю. Шедько, Д. Халилов, М. *Brown*, *D. Southgate* и др. [1–14].

Сложность реализации SMM-кампании на рынке объясняется сложностью продукта, длительным циклом принятия решения и высокой стоимости среднего пакета. Вместе с тем современные возможности социальных сетей позволяют находить новые возможности по использованию социальных медиа в качестве каналов для продвижения компаний или бренда и решения других бизнес-задач.

В данной статье были проанализированы средства и методы маркетинга в социальных сетях, разработаны рекомендации внедрения SMM через различные социальные платформы.

Основная часть. Наиболее эффективным каналом сбыта потребительских товаров являются социальные сети. Маркетинг в социальных сетях представляет собой новый инструмент продвижения, с каждым годом завоевывающий все большую аудиторию. Стратегия в интернет-маркетинге всегда индивидуальна и обязательно должна строиться на основе целевой аудитории, анализе конкурентов, учитывать цели бизнеса и основываться на веб-аналитике.

SMM реализует такие задачи, как лидогенерация или прямые продажи, увеличение известности бренда или продукта, отслеживание и реагирование на упоминания в сети, увеличить количество продаж, трафик на сайт из социальных сетей, количество отзывов.

SMM-стратегия – ряд принципов, установленных специалистами по маркетингу, в рамках продвижения бренда в социальных сетях. Необходимо детальное планирование действий специалистов в рамках развития и продвижения в социальных сетях [1].

Проанализировав аудиторию и обозначив цели, стоит задача выбора социальной сети, для этого стоит рассмотреть следующие факторы:

- разбивка аудитории по социальным, демографическим и другим признакам;
- популярность социальной сети среди выявленной целевой аудитории;
- цели социальной сети (например, цель *LinkedIn* – развитие профессиональных контактов);
- уровень вовлеченности аудитории;
- наличие инструментов, которые можно использовать для реализации B2B-маркетинга.

На последнем пункте следует акцентировать особое внимание, а конкретнее к профессиональным сообществам. Психологической особенностью людей является склонность объединения по определенным признакам, в том числе по профессиональным, так как профессия – один из основных идентификаторов человека. В данном случае эффективным является рекламная публикация, содержащая анонсирование продукции, адаптированное под интересы аудитории, оптимизированное под специфику социальной сети. Также возможно создание собственного профессионального сообщества, с целью привлечения аудитории и распространения собственной рекламы и информации о своем продукте. Результатом является создание ячейки с необходимой целевой аудиторией [2].

Для определения эффективности *SMM* применяются такие показатели, как продажи, охват, трафик на продающий сайт, транзакционный комментарий, *CTR*. Также необходимо определить возможности социальных сетей:

- повышение осведомленности пользователей о бренде и распространение информации;
- увеличение числа конверсий, а также стимулирование желаемого поведения пользователей;
- увеличение масштаба кампаний.

Привлечение новых социальных платформ и продвижение продукта через «сарафанное радио», оптимизируя публикацию контента во всех социальных сетях и онлайн-платформах, а также, используя специальные приложения для автопостинга – необходимый шаг в создании эффективного *SMM*. Необходимо увеличивать эффективность маркетинга на рынке посредством расширения охвата, создание узнаваемости продукта не только среди других представителей бизнеса, но и прочих пользователей социальными сетями. Важна оперативная реакция на изменившиеся тренды, ответ на новые веяния, постоянный мониторинг пользовательских предпочтений. Невозможно прописать контент на долгосрочный период, из-за потери актуальности. Таким образом – создание *SMM* стратегии для продвижения на рынке – осложнен максимальным влиянием внешних факторов.

Необходимо использование социальных платформ для стимулирования желаемого потребительского поведения наравне с привлечением лидов и генерацией продаж. Также, необходимо увеличение реферального трафика, расширение влияния через каналы партнеров для привлечения реферального трафика и дополнительных конверсий [3].

Положительным результатом воздействия на целевую аудиторию можно отметить то, что компания отмечает своих главных заказчиков и постоянных клиентов, тем самым повышая коэффициент доверия.

По итогу анализа можно выделить ключевые пункты *SMM*-стратегии.

1. Определить цели продвижения в социальных сетях. Сделать *SMM* частью общей маркетинговой стратегии компании. Объединить социальные сети с другими каналами коммуникации.
2. Проанализировать целевую аудиторию. Разработать портрет покупателя, изучить желания клиентов. Это поможет создавать релевантный контент и предложения.
3. Выбрать ключевые социальные сети. Данный параметр будет зависеть от предпочтений целевой аудитории.
4. Разработать контент-план для *SMM*. Создать несколько видов контента, а именно рекламный, развлекательный и информативный. Сбалансировать публикации разных типов в соответствии с интересами вашей аудитории.
5. Установить KPI для измерения успеха. Они должны быть измеримыми и строго соответствовать вашим маркетинговым целям в социальных сетях.

Заключение. На рынке *SMM* наблюдается стабильный рост, вызванный непосредственным развитием социальных сетей и затратой времени на их использование.

В ходе исследования сделан вывод, что *SMM* – это достаточно эффективный маркетинговый инструмент для организации, при условии правильно поставленных задач и

выбора непосредственно социальной сети или площадки с учетом особенностей самой организации. На основе проведенного исследования можно сделать вывод, что какой-то определенной лучшей стратегии не существует, выбор социальной сети зависит от отрасли и целей. В то же время, достаточно большое количество площадок, работающих сегодня, дает возможность сделать выбор с учетом всех необходимых особенностей работы организации для продвижения продукта, получив при этом максимальную эффективность. Использование социальных сетей для бизнеса в качестве маркетингового инструмента весьма эффективно, что обусловлено точным таргетированием, возможностью личного общения, работой с лидерами мнений, интерактивностью и невысокими затратами среди других маркетинговых кампаний.

Список литературы

1. Токписева, Ю.О. Исследование эффективности использования технологий SMM на рынках B2B услуг / Ю.О. Токписева. – Красноярск : Институт управления бизнес-процессами и экономики, 2018. – 42-44 с.
2. Зозуля, Е.К. Использование средств и методов SMM на B2B-рынке / Е.К. Зозуля. – Санкт-Петербург : Высшая школа маркетинга и малого предпринимательства, 2016. – 62-66 с.
3. Посадская, Я.О. Продвижение стартапа средствами SMM / Я.О. Посадская. – Санкт-Петербург : Высшая школа журналистики и массовых коммуникаций, 2018. – 14-50 с.
4. Алексеев, В.Ф. Разработка онлайн платформы оценки и финансирования инновационных проектов / В.Ф. Алексеев, Д.В. Лихачевский, Г.А. Пискун // *BIG DATA Advanced Analytics: collection of materials of the fourth international scientific and practical conference, Minsk, Belarus, May 3 - 4, 2018 / editorial board: M. Batura [et al.]. - Minsk, BSUIR, 2018. - P. 398 – 404.*
5. Алексеев, В.Ф. Автоматизация стратегического прогнозирования и планирования технико-экономических показателей в маркетинговых исследованиях / В.Ф. Алексеев, В.И. Журавлев, В.И. Лакин // *Экономическое развитие общества: инновации, информатизация, системный подход. Международная научно-практическая конференция. Тезисы докладов. - Минск: Изд-во «ПАРАДОКС», 2008. – С. 170 – 173.*
6. Алексеев, В.Ф. Анализ системы маркетинга на предприятии и её совершенствование с использованием Internet-технологий / В. Ф. Алексеев [и др.] // *Современные информационные компьютерные технологии: Сб. науч. ст. в 2ч. Ч.1 - Гродно: ГрГУ, 2008. – С. 118 – 122.*
7. Алексеев, В.Ф. Автоматизация учетных и управленческих решений деятельности организации на базе платформы 1С: Предприятие / В.Ф. Алексеев, Г.А. Пискун, В.А. Мицута, Е.С. Харитончик // *Международная научно-техническая конференция, приуроченная к 50-летию МРТИ-БГУИР: материалы конференции (Минск, 18-19 марта 2014 года) – Минск: БГУИР, 2014. – Ч.2. – С. 219 – 220.*
8. Алексеев, В.Ф. Задачи и методы обработки социально-экономической информации / В.Ф. Алексеев // *Современные средства связи: материалы XVI междунар. науч.-техн. конф., 27–29 сентября 2011 г. – Минск: УО ВГКС, 2011. – С. 102.*
9. Инькова Н.А. Современные интернет-технологии в коммерческой деятельности: учеб. пособ. // Н. А. Инькова – М.: Омега, 2007. – С. 211 – 220 с.
10. Шедько Ю.Н. Маркетинговый механизм управления устойчивым сбалансированным развитием региона / Ю.Н. Шедько // *Сборник научных статей к научно-практическому круглому столу «Синергия маркетинга и логистики в инновационном развитии российской экономики», 9 декабря 2013 г. – М. : Научные труды Вольного экономического общества. – Том 179. – С. 344–348.*
11. *Отчет международного агентства We Are Social. Режим доступа: URL: <https://wearesocial.com/blog/2018/01/global-digitalreport-2018>.*
12. Ивашова, Н.В. Использование Internet-технологий в маркетинге: международный опыт / Н.В. Ивашова, Т.Е. Иванова // *Механизм регулирования экономики. – 2015. – № 4. – С. 55–68.*
13. Поротова Т.В. Социальные сети как инструмент интернет-маркетинга // *Экономика и предпринимательство. 2015. № 12-4 (65-4) – С. 819–821.*
14. Халилов Д. *Маркетинг в социальных сетях / Халилов Д. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2013. – С. 41–44*

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

USING SMM TO PROMOTE A PRODUCT

Tavluy D.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Alexeev V.F. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. In the course of the study, the specifics of using SMM in the market to promote a product were studied, tools and methods were analyzed, and recommendations were developed for introducing SMM into marketing activities.

Keywords: SMM, Internet promotion, marketing, social networks.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CRM-МАРКЕТИНГА

Тавлуй Д.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Алексеев В.Ф. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Изучена специфика использования CRM-маркетинга на рынке для улучшения информационного обеспечения процесса управления взаимоотношениями с клиентами с целью улучшения качества предоставляемых услуг и привлечения новых клиентов, проведен анализ и оценка эффективности внедрения CRM-систем.

Ключевые слова: CRM, продвижение в интернете, маркетинг, взаимоотношения с клиентами.

Введение. Современный рынок характеризуется высокой конкуренцией, ростом количества игроков, увеличением требований заказчиков к качеству предлагаемых товаров, услуг и уровню сервиса, а также снижением эффективности средств традиционного маркетинга. В таких условиях, компании столкнулись с уменьшением спроса на товары и услуги, сокращением прибыли и оттоком клиентов. Для того чтобы оставаться на плаву, компании вынуждены искать новые и действенные пути реализации своих товаров и услуг, привлечения и удержания клиентов [1–8].

На сегодняшний день, современные информационные технологии открывают бизнесу большие возможности повышения эффективности работы с информацией. Учет клиентов, их предпочтений и вкусов, а также удовлетворение их потребностей позволяют компаниям получить новые каналы для реализации товаров и услуг, а также расширить занимаемую нишу на рынке за счет конкурентного преимущества, заключающегося в наличии большого количества постоянных клиентов. В таких условиях широкое распространение и признание получила концепция управления *Customer Relationship Management – CRM*. А базирующиеся на этой концепции CRM-системы, в том числе мобильные приложения CRM-систем, являются одними из наиболее популярных на рынке программного обеспечения [1].

Основная часть. CRM – это система управления взаимоотношениями с клиентами, включающая в себя большое число эффективных инструментов, которые помогают улучшить результативность компании, автоматизируя бизнес-процессы. Поддержка этих бизнес-задач включает обработку данных, а, именно, сбор, хранение и анализ информации о потребителях, поставщиках, партнёрах, а также о внутренних процессах компании.

Основными преимуществами CRM-маркетинга считаются расширение возможности сегментирования – CRM упрощает ориентирование в запросах и предпочтениях потребителей, что позволяет отправлять релевантные предложения. Это повышает процент продаж, и увеличивает прибыль. Увеличение лояльности покупателей – управление взаимоотношениями компании с аудиторией и отправка персонализированных предложений повышают уровень удовлетворенности покупателей. Рост лояльности повышает показатель совокупности прибыли с каждого клиента (LTV). Разработка релевантной маркетинговой кампании – все клиентские данные можно использовать для создания наиболее эффективной стратегии продаж. Например, отправлять предложения покупателям, основываясь на их уровне в воронке продаж компании [2].

Особую роль в процессе продаж представляет выстраивание стратегии отношений с клиентами. Ее правильный выбор дает возможность значительно оптимизировать затраты, сконцентрировав усилия на наиболее прибыльных клиентах.

Выделение стратегически значимых потребителей позволит сформировать оптимальную схему работы с этим сектором: предоставить персональные скидки и цены, заключать долгосрочные договоры, предоставляя дополнительные условия при этом, осуществлять

минимальный контроль по срокам и суммам задолженности.

Для анализа взаимоотношений с клиентами можно использовать следующие методы: *ABC*-классификация – классификация по степени привлекательности покупателей; *XYZ*-классификация покупателей – классификация по стадиям взаимоотношений с клиентами.

ABC-анализ – наиболее доступный метод, базирующийся на основе ранжирования клиентов по степени важности (придавая разный удельный вес, в зависимости от того или иного критерия). Целью применения является концентрирование внимания на наиболее значимых, приоритетных позициях, заказчиках или поставщиках. *ABC*-анализ формируется на принципе Паретто, означающий, что 20% усилий предоставят 80% результата, и наоборот, 80% усилий составляют лишь 20% результата. Но часто можно встретить разделение не на две, а на три группы *A* – 75%, *B* – 20% и *C* – 5%:

- наиболее ценные (класс *A*), обеспечивающие основную прибыль компании;
- средние (класс *B*), показывающие уровень вложений в благосостояние организации;
- наименее ценные (класс *C*), приносящие небольшие объемы продаж.

Для проведения *ABC*-анализа рекомендуется использовать последовательность:

- выбрать объект анализа (клиенты, партнеры, поставщики и т.п.);
- выбрать критерий для проведения анализа (прибыль, количество единиц продаж);
- отсортировать объекты анализа в порядке убывания значения критерия;
- выявить группы *A*, *B* и *C*.

Для того, чтобы установить принадлежность объекта к соответствующему классу необходимо рассчитать долю критерия от общей суммы критериев выбранных объектов, далее рассчитать нарастающего итога и присвоить значения групп выбранным объектам.

Следует учитывать, что данный анализ с проведением ранжирования клиентов не должен являться самоцелью. Сгруппировав клиентов, необходимо анализировать показатели продаж у данных классов, с последующим определением маркетинговых программ стимулирования.

Еще одним методом анализа является анализ *XYZ*, в котором анализируются абсолютно другие параметры – анализ покупок (а не прибыльность как в анализе *ABC*): *X* – стабильные покупки; *Y* – нерегулярные, периодические покупки; *Z* – эпизодические покупки.

Основная идея *XYZ*-анализа состоит в группировании объектов по однородности анализируемых параметров, другими словами – по разновидности. Объектом анализа может выступать товар, поставщик и т.п. Затем также определяется необходимый параметр для последующего анализа. В большинстве случаев, анализ проводится по продажам товара. При составлении необходимо обратить внимание на периодичность анализируемых данных. Анализ *XYZ*, как отдельный метод, используется довольно редко, чаще его совмещают с *ABC* анализом. Но несмотря на это, для принятия решений по управлению способен предоставить несомненную выгоду. Но данный анализ также можно использовать применительно к клиентам. Основная задача будет заключаться в анализе объема продаж на предмет оценки степени их удовлетворенности. Анализ помогает выявить группы клиентов, продажи которых можно также существенно увеличить.

Данные методы анализа характеризуются своей простотой, т.к. не показывают глубинные данные. Но они помогают выявлять тех клиентов, которые действительно приносят прибыль в компанию, тех потенциальных клиентов, которые могут также увеличивать прибыль, и тех клиентов, которым следует уделить внимание, чтобы они в будущем также принесли прибыль.

Перед тем, как приступить к внедрению *CRM*, нужно определить задачи и выяснить, какая система покажет наилучший результат, решая их. Помимо этого, необходимо найти ответы на ряд вопросов. Как выбрать соответствующие платформы и поставщиков? Что будет важнее – широкие возможности интеграции или наличие специальных модулей, отраслевая экспертиза или гибкость настройки решения? Или существуют ли системы, которые сочетают в себе все факторы?

Подбирая CRM-систему, необходимо убедиться в наличии тех функций, которые понадобятся в процессе работы. Так, если важным показателем являются входящие звонки, то выбранная система должна поддерживать интеграцию с телефонией. А если ключевую роль играет сайт, то здесь критерием будет считаться возможность интеграции CRM-системы с существующей CMS [3].

Практически невозможно найти универсальную CRM-систему, ровно, как и другие программные решения для ведения бизнеса, не могут быть общими. Почти все готовые продукты на этом рынке разрабатывались под конкретные задачи и цели клиентской аудитории. По этой причине невозможно отметить только одно единственное решение, удовлетворяющее потребности абсолютно всех клиентов.

Заключение. Эффективному управлению взаимоотношениями с клиентами способствует информационные технологии, в частности, CRM-системы – программное обеспечение для хранения данных о клиентах, автоматизации, контроля и анализа всех процессов взаимодействия с ними. Однако CRM – это не только ПО, это целая бизнес-стратегия, направленная на укрепление взаимоотношений с клиентами для улучшения их обслуживания, что в конечном счете ведет к повышению ценности каждого покупателя, а значит, к росту конкурентоспособности организации.

Список литературы

1. Святогорова, Н.Г. Исследование направлений использования, выбор и внедрение CRM-систем в организациях / Н.Г. Святогорова. – Санкт-Петербург : Высшая школа журналистики и массовых коммуникаций, 2016. – 7-25 с.
2. Горбунова, Е.А. Анализ данных о коммуникациях с клиентами и разработка проекта совершенствования CRM-системы банка / Е.А. Горбунова. – Санкт-Петербург : Высшая школа экономики и менеджмента, 2018. – 41-48 с.
3. Жлукта, П.А. Эффективность внедрения облачной crm-системы / П.А. Жлукта. – Минск : Белорусский государственный университет экономической факультет, 2019. – 78-90 с.
4. Алексеев, В.Ф. Разработка онлайн платформы оценки и финансирования инновационных проектов / В.Ф. Алексеев, Д.В. Лихачевский, Г.А. Пискун // BIG DATA Advanced Analytics: collection of materials of the fourth international scientific and practical conference, Minsk, Belarus, May 3 - 4, 2018 / editorial board: M. Batura [etc.]. - Minsk, BSUIR, 2018. - P. 398 – 404.
5. Алексеев, В.Ф. Автоматизация стратегического прогнозирования и планирования технико-экономических показателей в маркетинговых исследованиях / В.Ф. Алексеев, В.И. Журавлев, В.И. Лакин // Экономическое развитие общества: инновации, информатизация, системный подход. Международная научно-практическая конференция. Тезисы докладов. - Минск: Изд-во «ПАРАДОКС», 2008. – С. 170 – 173.
6. Алексеев, В.Ф. Анализ системы маркетинга на предприятии и её совершенствование с использованием Internet-технологий / В. Ф. Алексеев [и др.] // Современные информационные компьютерные технологии: Сб. науч. ст. в 2ч. Ч.1 - Гродно: ГрГУ, 2008. – С. 118 – 122.
7. Алексеев, В.Ф. Автоматизация учетных и управленческих решений деятельности организации на базе платформы 1С: Предприятие / В.Ф. Алексеев, Г.А. Пискун, В.А. Мишуто, Е.С. Харитончик // Международная научно-техническая конференция, приуроченная к 50-летию МРТИ-БГУИР: материалы конференции (Минск, 18-19 марта 2014 года) – Минск: БГУИР, 2014. – Ч.2. – С. 219 – 220.
8. Алексеев, В.Ф. Задачи и методы обработки социально-экономической информации / В.Ф. Алексеев // Современные средства связи: материалы XVI междунар. науч.-техн. конф., 27–29 сентября 2011 г. – Минск: УО ВГКС, 2011. – С. 102.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

USING CRM MARKETING

Tavluy D.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Alexeev V.F. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The study studied the specifics of using CRM marketing in the market to improve the information support of the customer relationship management process in order to improve the quality of services provided and attract new customers, analyze and evaluate the effectiveness of the implementation of CRM systems.

Keywords: CRM, Internet promotion, marketing, customer relations.

УДК 621.3.049.77–048.24:537.2

СОЗДАНИЕ REACT БИБЛИОТЕКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ TYPESCRIPT

Воронко Т.М.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Пискун Г.А. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. На сегодняшний день *React* является одной из самых популярных *JavaScript* библиотек в сообществе разработчиков. В этом ей помогает широкий функционал, сильно упрощающий и ускоряющий выполнение тех или иных задач, а также открытый исходный код, позволяющий данный функционал расширить или изменить. Предложена методика для создания *React* библиотеки с использованием *TypeScript*.

Ключевые слова: библиотека *JavaScript*, *React*, *TypeScript*.

Введение. Библиотека *JavaScript* – это сборник классов и/или функций на языке *JavaScript (JS)*. С увеличением популярности данного языка, простота создания динамических элементов пользовательского интерфейса стала играть ключевую роль в веб-разработке. Этим обусловлен лавинообразный характер появления различных библиотек *JS* [1].

Одна из наиболее распространенных – *React*, являющаяся библиотекой для создания пользовательских интерфейсов. Основная цель *React* – минимизировать ошибки, возникающие при разработке пользовательских интерфейсов. Это достигается за счёт использования компонентов – автономных логических фрагментов кода, которые описывают часть пользовательского интерфейса [2].

Создание библиотек – это не единственный способ, к которому прибегают разработчики с целью модифицировать и облегчить работу с *JS*. За последние годы появилось несколько языков-надстроек, которые компилируют свой код в код *JS*, самым популярным из которых является *TypeScript (TS)*.

TS является типизированным надмножеством *JS*, а это значит, что любая программа на *JavaScript* является программой на *TypeScript*. В рамках данного языка можно использовать все те конструкции, которые применяются в *JS* – те же операторы, условные, циклические конструкции [3].

Двумя основными преимуществами *TS* в сравнении с *JS* являются строгая типизация и более широкое использование возможностей объектно-ориентированного программирования.

Рассмотрим пошагово основные этапы создания *React* библиотеки с использованием *TS*.

Основная часть. Создадим и проинициализируем новую папку с помощью *yarn* (рисунок 1).

```
$ yarn init
yarn init v1.22.4
question name (typescript-react-test):
question version (1.0.0):
question description: Learning how to create React modules using TypeScript!
question entry point (index.js):
question repository url:
question author:
question license (MIT):
question private:
success Saved package.json
```

Рисунок 1 – Создание и инициализация новой папки

В результате произошло создание файла “*package.json*”.

С помощью команды “*yarn add --dev typescript*” в среду разработки был установлен *TypeScript*.

Для компиляции *TypeScript*, а также модификации определенных правил был создан конфигурационный файл `“tsconfig.json”` в корневой папке. В него был записан следующий код (рисунок 2).

```
{
  "compilerOptions": {
    "outDir": "lib/esm",
    "module": "esnext",
    "target": "es5",
    "lib": ["es6", "dom", "es2016", "es2017"],
    "jsx": "react",
    "declaration": true,
    "moduleResolution": "node",
    "noUnusedLocals": true,
    "noUnusedParameters": true,
    "esModuleInterop": true,
    "noImplicitReturns": true,
    "noImplicitThis": true,
    "noImplicitAny": true,
    "strictNullChecks": true,
    "suppressImplicitAnyIndexErrors": true,
    "allowSyntheticDefaultImports": true
  },
  "include": ["src"],
  "exclude": ["node_modules", "lib"]
}
```

Рисунок 2 – Код внутри файла `“tsconfig.json”`

Параметр `outDir` определяет путь, по которому выводится скомпилированный код; `module` устанавливает в какую модульную систему будет компилироваться код; `target` определяет версию *ECMAScript*, в которую мы хотим скомпилировать код; `lib` представляет собой список поддерживаемых библиотек; `include` – список сканируемых шаблонов файловых имён, `exclude` – список несканируемых шаблонов файловых имён.

В `“package.json”` был добавлен следующий скрипт сборки: `“scripts”: {“build”: “tsc”}`.

Для публикации нашей сборки в *NPM*, добавили поддержку модулей *ESM* и *CommonJS*.

Для подключения *React*, так как параметр `“react”` требует наличия одиночной копии `“react-dom”`, который также используется пользователем, устанавливающим его, был добавлен блок `“peerDependencies”` в `“package.json”`.

Также *React* был добавлен в среду разработки с помощью команды `“yarn add --dev react-dom react @types/react-dom @types/react”`.

В файле `“index.tsx”` был создан компонент нашей библиотеки, представляющий собой приветственное сообщение (рисунок 3).

```
import React from "react";

const greetingMessage = ({ libraryName }: { libraryName:
string }): JSX.Element => (
  <div>Hi, you are using {libraryName} library.</div>
);

export default greetingMessage;
```

Рисунок 3 – Создание компонента

С помощью команды `“yarn create react-app example --template typescript”` создали пример проекта, чтобы иметь возможность тестировать и использовать библиотеку.

Добавили компонент в `“App.tsx”` (рисунок 4) для проверки его отображения в браузере (рисунок 5) [4].

```
import React from 'react';
import greetingMessage from 'typescript-react-test';
import './App.css';

function App() {
  return (
    <div className="App">
      <greetingMessage libraryName="TS React" />
    </div>
  );
}

export default App;
```

Рисунок 4 – Добавление компонента в “App.tsx”

Hi, you are using TS React library

Рисунок 5 – Отображение сообщения в браузере

Заключение. Была создана простейшая библиотека на основе *React* и *TypeScript*, содержащая одну компоненту со строго типизированной переменной. Используя преимущества технологий, вошедших в основу библиотеки, а также расширяя и настраивая под свои предпочтения ее функционал, программист может добиться лучшей производительности и удобства разработки с помощью данного инструмента в сравнении с разработкой на классическом *JavaScript*.

Список литературы

1. Библиотека *JavaScript*. Википедия – [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D0%B1%D0%BB%D0%B8%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%BA%D0%B0_JavaScript
2. Начало работы с *React* – [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://developer.mozilla.org/ru/docs/Learn/Tools_and_testing/Client-side_JavaScript_frameworks/React_getting_started
3. Введение в *TypeScript* – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://metanit.com/web/typescript/1.1.php>
4. How to build a *React* library using *TypeScript* – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://prateeksurana.me/blog/react-library-with-typescript/>

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

BUILDING A REACT LIBRARY USING TYPESCRIPT

Voronko T.M.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Piskun G.A. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. Nowadays *React* appears to be one of the most popular *JavaScript* libraries in the developing community. It has wide range of functionality, which makes accomplishing of different tasks much easier and faster, as well as being open-source, which allows to expand or modify this functionality. Procedure was developed for creating a *React* library using *TypeScript*.

Keywords: *JavaScript* library, *React*, *TypeScript*.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯЗЫКА PYTHON ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАДЁЖНОСТИ ВЫБОРОК ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

Кравец Р.А., Бараиш К.С., Карачун М.Д.,

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Шнейдеров Е.Н. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Использование языка *Python* для получения математических моделей при решении задач прогнозирования надёжности выборок полупроводниковых приборов позволяет значительно снизить затрачиваемое время. В статье описан опыт разработки программного скрипта, позволившего в сжатые сроки выполнить оценку эффективности модели для различных законов распределения, объёмов обучающих и контрольных выборок. Применение подобных программных скриптов целесообразно при обработке большого объёма данных и (или) итерационного анализа.

Ключевые слова: полупроводниковые приборы, прогнозирование надёжности, автоматизация процесса, язык программирования *Python*.

Введение. Параметрической надёжностью полупроводниковых приборов (ППП) называется свойство сохранять значения электрических параметров в течение заданного времени в пределах установленных потребителем норм. Постепенный выход одного из параметров за установленные пределы классифицируется как параметрический отказ прибора. Известно, что параметрическую надёжность выборок ППП по заданному параметру можно прогнозировать с использованием математической модели – зависимости распределения этого параметра выборки от наработки [1]. В основе математической модели лежит выбранный инженером закон распределения. В литературе описано применение моделей, полученных на основе нормального закона распределения и закона распределения Вейбулла [2].

Учитывая, что получение математической модели для прогнозирования параметрической надёжности выборок ППП предполагает обработку достаточно большого количества числовых данных, этот процесс занимает длительное время. Для автоматизации процесса прогнозирования и, соответственно, снижения времени получения прогноза был использован язык программирования *Python* с библиотеками *Pandas* (для работы с таблицами данных), *Scikit-Learn* (для обработки данных и получения моделей линейной регрессии как одного из этапов получения математической модели), *SciPy* (расчёт значений функций плотности вероятности), *Matplotlib* и *Seaborn* (для построения графиков).

Основная часть. Процесс получения математических моделей в задачах прогнозирования надёжности, как правило, укрупнённо состоит из 2 этапов: этап получения экспериментальных данных и этап их обработки. На этапе получения экспериментальных данных в ходе проведения ускоренных испытаний были получены зависимости значений параметров выборок биполярных транзисторов типа КТ819В и полевых транзисторов типа КП744А от наработки. Пример зависимости $U_{обр}$ полевых транзисторов типа КП744А от наработки приведён на рисунке 1.

Полученные экспериментальные данные были сведены в *csv*-файлы по каждому типу ППП для последующей обработки. Первые несколько строк файла для полевых транзисторов типа КП744А представлены на рисунке 2.

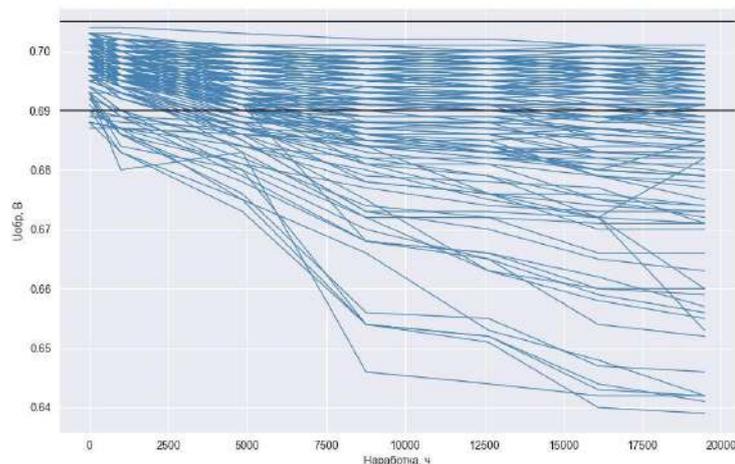


Рисунок 1 – Графики зависимости значений параметра $U_{обр}$ полевых транзисторов типа КП744А от наработки (чёрными линиями обозначены граничные значения параметра, заданные потребителем)

index	Ikz2_0	Ikz2_995	Ikz2_4844	Ikz2_8757	Ikz2_12635	Ikz2_16182	Ikz2_19470	Uobr_0	Uobr_0	
1	3	1.830	1.825	1.820	1.805	1.790	1.790	1.790	0.698	0.69
2	4	1.825	1.825	1.820	1.805	1.790	1.790	1.790	0.699	0.69
3	5	1.825	1.825	1.820	1.805	1.790	1.790	1.790	0.698	0.69
4	6	1.825	1.825	1.820	1.805	1.790	1.790	1.790	0.698	0.69
5	8	1.825	1.825	1.825	1.805	1.790	1.790	1.790	0.698	0.69
6	9	1.825	1.825	1.825	1.805	1.795	1.795	1.790	0.693	0.68
7	10	1.825	1.825	1.820	1.805	1.795	1.790	1.790	0.696	0.69
8	11	1.830	1.825	1.820	1.805	1.800	1.800	1.795	0.698	0.69
9	12	1.830	1.825	1.820	1.810	1.805	1.805	1.790	0.700	0.69

Рисунок 2 – Скриншот файла с экспериментальными данными полевых транзисторов типа КП744А

Для реализации этапа обработки данных (формирование обучающей и контрольной выборок, расчёт коэффициентов модели), получения математической модели и оценки её эффективности изменений параметров от наработки был разработан программный скрипт на языке *Python*. Он принимает на вход два файла в виде таблиц: файл со значениями электрических параметров ППП при различной наработке и файл, содержащий для каждого из этих параметров значение коэффициента формы закона распределения Вейбулла, а также минимальное и максимальное граничное значение данного параметра, заданное потребителем для оценки параметрической надёжности. Значения коэффициентов формы закона распределения Вейбулла на этом этапе подбирались вручную таким образом, чтобы минимизировать ошибку получаемого прогноза при оценке эффективности модели.

Скрипт разделяет входной массив данных на обучающую и контрольную выборки. Обучающая выборка делится ещё на 3 части. Для всех частей обучающей выборки для каждого из параметров для каждой наработки рассчитываются коэффициенты нормального закона распределения (математическое ожидание $m_{t=i}$ и среднеквадратическое отклонение $\sigma_{t=i}$) и закона распределения Вейбулла (коэффициент сдвига $\theta_{t=i}$ и коэффициент масштаба $\lambda_{t=i}$), где i – наработка приборов, включая начальный момент времени. На основании полученных значений с использованием линейной регрессии (в качестве факторов использовались m_0 , σ_0 и t – наработка, в качестве откликов – $m_{t=i}$, $\sigma_{t=i}$, $\theta_{t=i}$ и $\lambda_{t=i}$) формировалась математическая модель изменения распределения электрического параметра ППП от наработки.

Демонстрация изменения m и σ для $U_{обр}$ выборки полевых транзисторов типа КП744А от наработки представлена на рисунке 3.

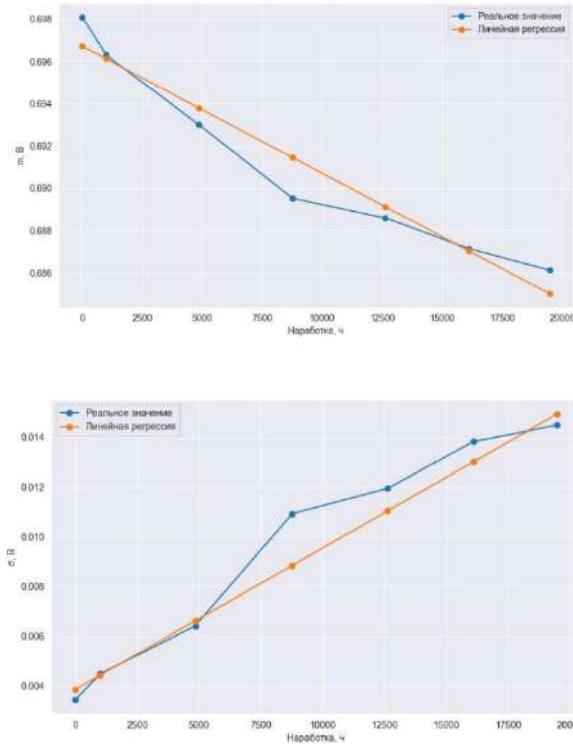


Рисунок 3 – Графики зависимости математического ожидания m (верхний график) и среднеквадратического отклонения σ (нижний график) для параметра $U_{обр}$ КП744А

В результате обработки данных были получены 2 модели вида

$$F_{t=i} = \psi[i, f_{t=0}],$$

где $f_{t=i}$ – условная плотность распределения параметра для наработки i ;
 $f_{t=0}$ – условная плотность распределения параметра для наработки $t = 0$;
 ψ – символ функциональной связи.

Первая модель в своей основе содержит нормальный закон распределения параметра, вторая – закон распределения Вейбулла. Наглядное использование моделей изображено на рисунке 4. Здесь для наработки 19470 часов представлены реальная гистограмма распределения параметра $U_{обр}$ КП744А, а также графики условной плотности распределения этого параметра по моделям, полученным на основе нормального закона распределения и закона распределения Вейбулла.

Об эффективности модели изменения параметра выборки ППП будем говорить, используя в качестве количественного показателя среднюю ошибку прогнозирования. Средняя ошибка прогнозирования определяется по формуле

$$\Delta_{cp} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{P_{ni} - P_{\Delta i}}{P_{\Delta i}} \right)^2} \cdot 100\%,$$

где n – число наработок, для которых выполняется прогноз;

P_{ni} – прогнозное значение вероятности безотказной работы для наработки i ;

$P_{\Delta i}$ – экспериментальное значение вероятности безотказной работы для наработки i .

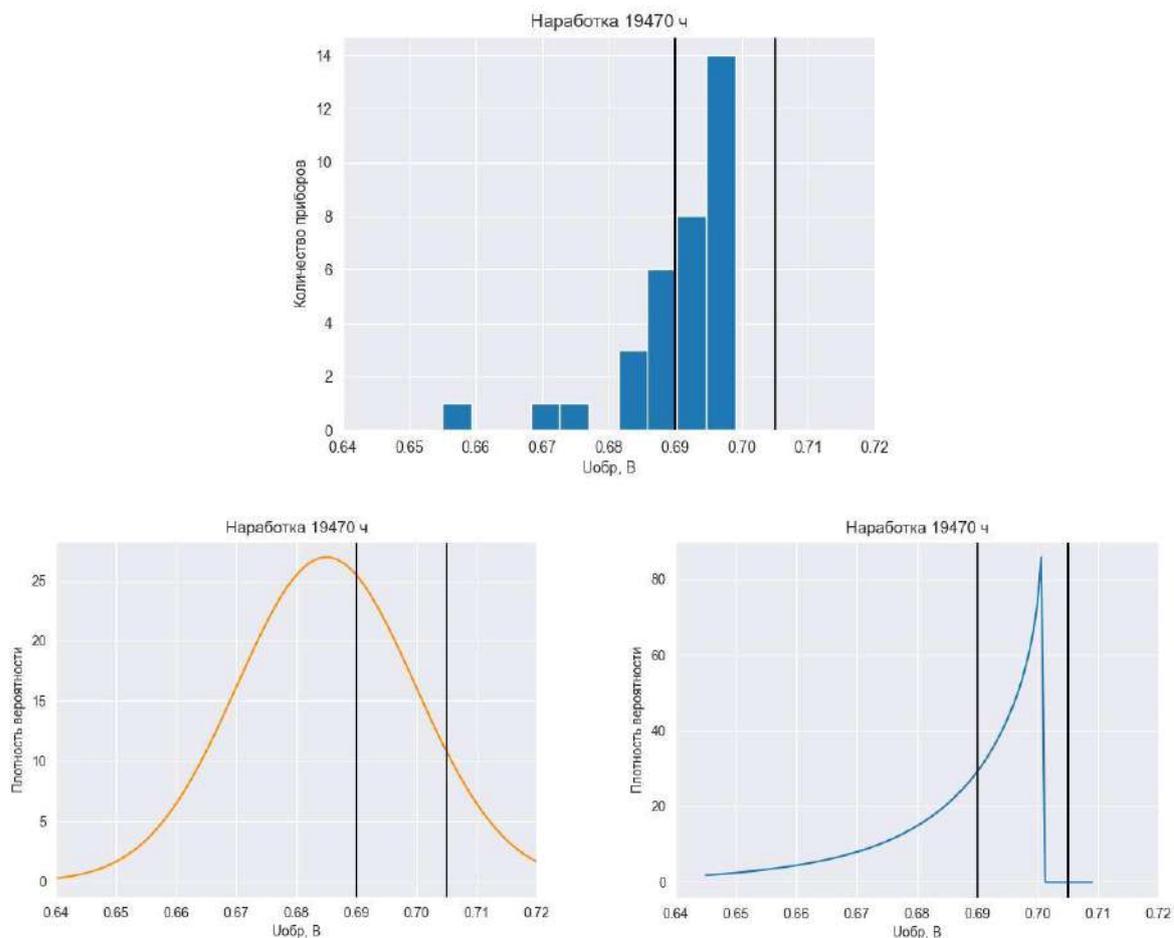


Рисунок 4 – Гистограмма распределения экспериментальных значений параметра $U_{обр}$ КП744А (верхний график), полученная по модели плотность вероятности параметра на основе нормального закона распределения (нижний левый), полученная по модели плотность вероятности параметра на основе закона распределения Вейбулла (нижний правый)

ППП считается рабочим, если значения его электрических параметров не выходят за пределы установленного диапазона граничных значений. Прогнозное значение надёжности, выражаемое вероятностью безотказной работы ППП для заданной наработки P_{ni} по одному из параметров при наработке i определяется как разность между значениями функции распределения в граничных точках диапазона, установленного потребителем. Экспериментальное значение надёжности (вероятности безотказной работы) ППП $P_{эi}$ по одному из параметров при наработке i определяется как процент ППП, значения рассматриваемого электрического параметра которых находятся в промежутке граничного диапазона значений, установленного потребителем.

Заключение. Использование языка *Python* совместно с библиотеками позволило сократить время на ручной расчёт коэффициентов распределений, получение математических моделей и оценку эффективности этих моделей. Использование готовых решений позволило избежать возможных ошибок в математических расчётах.

Результаты использования разработанного скрипта для получения и оценки эффективности моделей, используемых в задачах прогнозирования надёжности выборок ППП приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты прогнозирования надёжности БТ

Обозначение параметра	$P_э$, %	$P_{п\text{ норм}}$, %	$\Delta_{ср\text{ норм}}$, %	$P_{п\text{ Вейб}}$, %	$\Delta_{ср\text{ Вейб}}$, %
$I_{кз2}$	44,1176	38,5668	15,4269	41,4501	15,4503
I_c	67,6471	67,7891	7,4468	65,0245	7,5385
$I_{утз1}$	55,8824	23,9386	31,7597	24,3693	32,0625
$I_{утз2}$	58,8235	63,4206	4,6298	59,8239	4,5361
$R_{си}$	44,1176	45,1016	60,9266	42,1890	25,1680
$U_{обр}$	64,7059	27,9332	35,8401	53,9909	9,8333
$U_{си}$	52,9412	44,6118	30,6725	53,5079	16,9024
$U_{зп}$	73,5294	49,1936	19,4541	62,4573	9,0263

где $P_э$ – экспериментальное значение надёжности параметра в момент времени $t = t_{\text{макс}}$;

$P_{п\text{ норм}}$ – прогнозное значение надёжности параметра, полученное с использованием нормального распределения, в момент времени $t = t_{\text{макс}}$;

$\Delta_{ср\text{ норм}}$ – значение средней ошибки прогнозирования параметра с использованием нормального распределения по каждому из моментов времени;

$P_{п\text{ Вейб}}$ – прогнозное значение надёжности параметра, полученное с использованием распределения Вейбулла, в момент времени $t = t_{\text{макс}}$;

$\Delta_{ср\text{ Вейб}}$ – значение средней ошибки прогнозирования параметра с использованием распределения Вейбулла по каждому из моментов времени.

Разработанный скрипт может быть использован в дальнейшем для создания моделей прогнозирования на других входных данных, приведя их в соответствующий входной формат.

Список литературы

1. Статистическое прогнозирование для отбраковки потенциально ненадёжных изделий электронной техники / С.М. Боровиков. – Москва : Новое знание, 2013. – 343 с. : ил.
2. С. М. Боровиков, Е. Н. Шнейдеров Использование распределения Вейбулла для прогнозирования параметрической надёжности изделий электронной техники // Доклады БГУИР. 2011. №7 (61).

UDC 621.382.2

THE USE OF THE PYTHON LANGUAGE TO AUTOMATE THE PROCESS OF OBTAINING RELIABILITY PREDICTION MODELS OF SEMICONDUCTOR DEVICES SAMPLES

Kravets R.A., Barash K.S., Karachun M.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Shneiderov E.N. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The use of the Python language to obtain mathematical models for solving problems of predicting the reliability of semiconductor devices samples significantly reduces the time spent. The article describes the experience of developing a software script that made it possible to evaluate the effectiveness of the model in a short time for different distribution laws, the volume of training and control samples. The use of such software scripts is advisable when processing a large amount of data and (or) in iterative analysis.

Keywords: semiconductor devices, reliability prediction, process automation, Python programming language.

УДК 378.147.88

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ И МАГИСТРАНТОВ

Асадчая Э.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Пискун Г.А. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Проведено исследование организации научно-исследовательской работы студентов (НИРС) на кафедре в высшем учебном заведении. Установлено, что участие в конференциях способствует всестороннему развитию будущего специалиста. Показано влияние научно-исследовательской деятельности на учебно-образовательный процесс.

Ключевые слова: высшее учебное заведение, научно-исследовательская деятельность, специалист

Введение. Для повышения качества подготовки специалистов во время получения высшего образования или степени магистра наук происходит изменение образовательного процесса в вузах в направлении развития и реализации творческих способностей обучающихся [1]. Наиболее эффективной стратегией для улучшения образовательного процесса является организация научно-исследовательской деятельности (НИД).

Основная часть. К одной из наиболее перспективных задач вуза на данный момент является подготовка всесторонне развитых специалистов, которые способны непрерывно пополнять и углублять свои знания, а также повышать теоретический и профессиональный уровень. В связи с этим в высших учебных заведениях постоянно осуществляются меры, направленные на повышение эффективности учебно-образовательного процесса и научно-исследовательской деятельности путем интеграции науки и производства, а также оперативного и гибкого обновления содержания учебных материалов [2].

В Белорусском государственном университете информатики и радиоэлектроники сформировались научные школы, деятельность которых позволила добиться определенных результатов в развитии фундаментальных, гуманитарных и прикладных научных исследований, в подготовке специалистов высшей квалификации. Многолетний опыт наших университетов, убедительно доказал, что наиболее эффективной формой пополнения кадров высшей научной квалификации в университете является отлаженная система координации учебно-воспитательного, научного и практического процессов по схеме «первая ступень высшего образования – вторая ступень высшего образования (магистратура) – подготовка научных кадров высшей квалификации (аспирантура)». Несмотря на сохранение научного потенциала университета, определенные прогрессивные преобразования научной сферы, наличие достижений молодых ученых, аспирантов, магистрантов и студентов имеются некоторые проблемы с подготовкой специалистов высшей научной квалификации. Реформы в научной сфере осложнили условия труда и социальное положение ученых, особенно молодых. К сожалению, до настоящего времени имеет место сокращение их численности. Причины того, что молодежь уходит из сферы научной деятельности разные, например, длительный период на подготовку к защите кандидатской диссертации, низкая стипендия аспирантов и магистрантов, необходимость содержать семью и одновременно обучаться и другие [3 – 6].

Научно-исследовательская работа студентов (НИРС) играет одну из наиболее важных ролей в образовательном процессе. Рассмотрим одну из форм НИРС – участие в научных конференциях – на примере кафедры проектирования информационно-компьютерных систем УО БГУИР за период с 2018 по 2021 года (рисунок 1).

Основные показатели НИРС на кафедре ПИКС БГУИР



Рисунок 1 – Показатели численности участников (студентов и магистрантов) конференций на кафедре ПИКС за отчетный период

По данным проведенного исследования можно сделать вывод, что численность студентов, принимающих активное участие в научно-исследовательской работе, с каждым годом уменьшается, из этого следует, что необходимо искать новые направления для привлечения студентов к НИРС.

Например, перспективным направлением является создание в высших учебных заведениях учебно-научных лабораторий, в которых ведутся научные исследования и одновременно организуется учебно-исследовательская деятельность студентов. Важной формой НИРС, является внедрение научных аспектов в учебный процесс. Многими кафедрами вузов организуются учебно-научные семинары. Подготовка семинара осуществляется так, чтобы в течение семестра каждый студент мог выступить на нем с докладом, посвященным итогам выполненного исследования [5 – 8].

Для младших курсов одной из форм научно-исследовательской деятельности в рамках учебного процесса является подготовка рефератов.

Научно-исследовательская работа студентов в период производственной практики часто связывается с выполнением конкретных заданий по тематике НИР, с целью сбора фактических материалов и их первичной обработкой для использования в будущих проектах.

Научно-исследовательская работа студентов в рамках проектирования обычно связана с проработкой специальных разделов с элементами научного поиска, в основном при выполнении реальных задач, в решении которых заинтересовано та или иная организация.

Система научно-исследовательской деятельности в высших учебных заведениях совершенствуется с каждым годом. Преподаватели уже с первых курсов стараются привлекать как можно больше студентов к участию в научно-исследовательских проектах. Некоторые студенты занимаются одним проектом на протяжении всего периода обучения в университете, а также продолжают исследование на следующих ступенях получения высшего образования (магистратуре и аспирантуре).

Во время обучения в высшем учебном заведении, многие студенты проявляют заинтересованность в различных сферах деятельности. Таких студентов, руководители научных проектов могут привлечь к участию в различных конференциях и форумах.

Заключение. Таким образом, с точки зрения высшего учебного заведения, научно-исследовательская деятельность позволяет постоянно совершенствовать методы обучения студентов, магистрантов и аспирантов, а также обновлять содержание учебных дисциплин, повышать квалификацию профессорско-преподавательского состава, помогает развитию творческой натуры и саморазвитию студентов. Также участие в научно-исследовательской работе поможет студентам развиваться не только в направлении получения высшего образования, но и в других областях научной деятельности, что сделает их всесторонне развитыми молодыми специалистами.

Список литературы

1. Алексеев, В. Ф. Подходы к формированию университетской концепции развития научно-исследовательской работы аспирантов, магистрантов, и студентов в современных условиях / В. Ф. Алексеев, Л. С. Алексеева // *Перспективы развития системы научно-исследовательской работы студентов в Республике Беларусь: сб. материалов науч.-практ. конф. / редкол. : А. И. Жук (пред.) [и др.]*. – Минск: Изд. центр БГУ, 2011. – С. 29-38.
2. Алексеев, В. Ф. Проблемы и возможные пути их реализации в работе с перспективными выпускниками по привлечению к научным исследованиям / В. Ф. Алексеев, Д. В. Лихачевский, Г. А. Пискун // *Высшее техническое образование: проблемы и пути развития = Engineering education: challenges and developments: материалы IX Международной научно-методической конференции, Минск, 1-2 ноября 2018 года / редкол. : В. А. Бозуш [и др.]*. – Минск: БГУИР, 2018. – С. 9 – 14.
3. Алексеев, В. Ф. Научно-методологические основы организации научно-исследовательской работы студентов в высших учебных заведениях / В. Ф. Алексеев // *Образовательные технологии в подготовке специалистов: Сб. научных статей. В 5 ч. (По итогам работы МНПК, Минск, 20-21 марта 2003 г.) / Учреждение образования “Минский государственный высший радиотехнический колледж”*. Под. ред. профессор Н. А. Цырельчука. – Минск: МГВРК, 2003. – Ч.1. – С. 24-39.
4. Пискун, Г. А. Особенности применения активных методов обучения при подготовке специалистов в техническом вузе / А. Г. Пискун, В. Ф. Алексеев // *Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века: материалы IX международной научно-методической конференции (Минск, 3-4 декабря 2015 года)*. – Минск: БГУИР, 2015. – С. 83 – 84.
5. Алексеев, В. Ф. Методология обучения проектированию электронных систем / В. Ф. Алексеев, Д. В. Лихачевский, Г. А. Пискун // *Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века: материалы XI Международной научно-методической конференции, Минск, 12-13 декабря 2019 г. / редкол. : В. А. Прытков [и др.]*. – Минск: БГУИР, 2019. – С. 48-49.
6. Алексеев, В. Ф. Инженерное творчество в системе многоуровневого университетского образования / В. Ф. Алексеев, Д. В. Лихачевский, Г. А. Пискун // *Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века: материалы X международной научно-методической конференции (Минск, 7 - 8 декабря 2017 года)*. – Минск: БГУИР, 2017. – С. 124 - 125.
7. Пискун, Г. А. Оптимизация процесса проведения лабораторных занятий по дисциплине «Физические основы проектирования радиоэлектронных средств» / Г. А. Пискун, В. Ф. Алексеев // *Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века: материалы IX международной научно-методической конференции (Минск, 3-4 декабря 2015 года)*. – Минск: БГУИР, 2015. – С. 136 – 138.
8. Алексеева, Л. С. Дидактическая специфика деятельности преподавателей и студентов в процессе дистанционного обучения / Л. С. Алексеева, В. Ф. Алексеев, Г. А. Пискун // *Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века: материалы VIII международной научно-методической конференции. (Минск, 5–6 декабря 2013 года)*. – Минск: БГУИР, 2013. – С. 59 - 60.

UDC 378.147.88

RESEARCH WORK AS A FACTOR INCREASING THE EFFICIENCY OF LEARNING STUDENTS AND MASTER STUDENTS

Asadchaya E.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Piskun G.A. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. A study of the organization of research work of students (SRW) at the department in a higher educational institution was carried out. It has been established that participation in conferences contributes to the comprehensive development of the future specialist. The influence of research activities on the educational process is shown.

Keywords: higher educational institution, research activity, specialist

ВИДЫ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ И СТУДЕНТОВ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

Асадчая Э.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Пискун Г.А. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Проведен анализ видов научной деятельности преподавателей и студентов в высших учебных заведениях. Рассмотрено как влияет исследовательская работа на преподавателей и студентов в рамках учебного процесса. Показано, что участие в научно-исследовательской деятельности способствует совершенствованию подготовки студентов.

Ключевые слова: высшее учебное заведение, научно-исследовательская деятельность, специалист

Введение. В настоящее время интеграция науки, высших учебных заведений и организаций происходит в разных формах и с различной интенсивностью и во многом определяется уровнем организации научной работы на кафедрах вузов. В связи с этим сегодня в вузах предоставляются различные условия, способствующие накоплению научно-исследовательского потенциала, повышению уровня подготовки специалистов, научных и научно-педагогических кадров, оптимизации исследовательской работы.

Организация научной работы преподавателей. Эффективное управление научной деятельностью становится одной из важнейших задач заведующих кафедрами. Подготовка специалистов, которые способны успешно решать задачи развития науки и организации, возможна лишь при условии связи учебно-воспитательного процесса с научно-исследовательской деятельностью. Параллельно с этим исследования и разработки, ведущиеся в вузах, являются фактором качественной подготовки кадров и выполняют одну из основных функций – решение важнейших научно-технических проблем развития общества [1].

Научные исследования в вузе – необходимый элемент работы преподавателей и обучения студентов, он подразумевает под собой функционирование целой системы научно-исследовательских служб и подразделений, – это самостоятельные крупные лаборатории в рамках факультетов и кафедр, научно-исследовательские организации на территории вуза, которые используют работы преподавателей и студентов, временные коллективы, создаваемые с привлечением преподавателей и студентов [2 – 4].

Поскольку в рамках вузов сосредоточены научные коллективы самого разного научного профиля, научных направлений и дисциплин, исследовательские работы, проводимые в вузах, позволяют использовать все виды изысканий – от теоретических до опытно-конструкторских разработок [5, 6].

Различные вузы и кафедры имеют свои особенности в проведении научно-исследовательских работ (НИР), однако существуют общие принципы организации и управления научной работой.

Управление научной работой на кафедре предполагает управление двумя основными направляющими: научной деятельностью и организационно-методическим обеспечением НИР (рисунок 1) [1].



Рисунок 1 – Научная работа в схеме организационно-функциональной структуры управления кафедрой [1]

Участие преподавателей в НИР позволяет им овладеть различными методами исследования; выработать самостоятельность в решении поставленной задачи, а также способствует развитию способностей работы в коллективе [2].

Организация научной работы студентов. Научно-исследовательская работа студентов (НИРС) является неотъемлемой составной частью обучения и подготовки высококвалифицированных специалистов, которые способны самостоятельно решать профессиональные, научные и технические задачи. Научно-исследовательская деятельность содействует формированию готовности будущих специалистов к творческой реализации полученных в университете знаний, умений и навыков, помогает овладеть методологией научного поиска, обрести исследовательский опыт [2 – 6].

Основной целью организации и развития НИРС является повышение уровня научной подготовки специалистов с высшим профессиональным образованием и выявление талантливой и перспективной молодежи для последующего пополнения научно-педагогических кадров университета [2].

Участие в научной работе кафедры позволяет студентам реализовать творческий потенциал в процессе учебы в вузе. Их вклад в научно-исследовательскую деятельность кафедры может выражаться в самых разнообразных формах: выполнение проектов в форме НИР; производственные практики в форме участия НИР; участие в проведении диссертационных исследований аспирантов кафедры и др. [3].

Планирование и организация НИРС направлены на выработку у будущих специалистов навыков проведения научных исследований. Помимо выполнения экспериментальных изысканий студенты принимают участие в сборе и обработке статистических данных, составлении и подготовке различных отчетов. Результаты научных исследований студенты

представляют на конференциях (является наиболее распространенной формой НИРС), научных семинарах кафедр и т.д. При подготовке к докладу или выступлению студент получает опыт систематизации и обобщения материала, а также приобретает навыки научного исследования. Кроме того, выступление с докладом и публикация материала позволяют студенту приобрести (пусть и минимальное) общественное признание в среде профессионалов и, что также очень важно, авторские права на результаты научного исследования.

Уникальность этого направления работы определяется и тем, что она позволяет обучающемуся выйти на уровень самостоятельного мышления, настроиться на исследовательскую деятельность, приобрести полезные навыки общения с рецензентами и редакторами. Иными словами, в процессе подготовки студенческих научных конференций систематизируется научный учебный материал и, следовательно, повышается эффективность самого учебного процесса [4].

Заключение. На основании вышесказанного можно сделать вывод о том, что использование данных методов обучения при подготовке специалистов в высшем учебном заведении помогает студентам более полно овладеть будущей профессией, а также позволяет окунуться в производственную среду [5].

Список литературы

1. Резник С.Д. *Управление кафедрой: Учебник, 2-е изд., перераб. и доп.* – М.: ИНФРА-М, 2008. – С. 380-386
2. Алексеев, В. Ф. *Методология организации научно-исследовательской работы студентов, обучающихся по дистанционной форме образования* / В. Ф. Алексеев, Д. В. Лихачевский, Г. А. Пискун // *Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века : материалы X международной научно-методической конференции* (Минск, 7 - 8 декабря 2017 года). – Минск : БГУИР, 2017. – С. 46 - 47.
3. Пискун, Г. А. *Особенности применения активных методов обучения при подготовке специалистов в техническом вузе* / А. Г. Пискун, В. Ф. Алексеев // *Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века : материалы IX международной научно-методической конференции* (Минск, 3-4 декабря 2015 года). – Минск : БГУИР, 2015. – С. 83 – 84.
4. Пискун, Г.А. *Оптимизация процесса проведения лабораторных занятий по дисциплине «Физические основы проектирования радиоэлектронных средств»* / Г.А. Пискун, В.Ф. Алексеев / *Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века: материалы IX междунар. науч.-метод. конф.* (Минск, 3-4 декабря 2015 г.). – Минск: БГУИР, 2015. – С.136-138.
5. Алексеев, В.Ф. *Инженерное творчество в системе многоуровневого университетского образования* / В.Ф. Алексеев, Д.В. Лихачевский, Г.А. Пискун // *Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века : материалы X международной научно-методической конференции* (Минск, 7 – 8 декабря 2017 года). – Минск : БГУИР, 2017. – С. 124 – 125.
6. Алексеев, В.Ф. *Особенности обучения студентов в on-line формате* / В.Ф. Алексеев, Г.А. Пискун, Д.В. Лихачевский // *Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века : материалы X международной научно-методической конференции* (Минск, 7 – 8 декабря 2017 года). – Минск : БГУИР, 2017. – С. 136 – 137.

UDC 378.147.88

CLASSIFICATION OF TYPES OF SCIENTIFIC WORK OF TEACHERS AND STUDENTS IN HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Asadchaya E.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Piskun G.A. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. An analysis of the types of scientific activities of teachers and students in higher educational institutions was carried out. It is considered how research work affects teachers and students within the framework of the educational process. It is shown that participation in research activities contributes to the improvement of students' training.

Keywords: higher educational institution, research activity, specialist

УДК 614.841.343:699.814.6

ОПТИМАЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ РАБОТЫ СИСТЕМ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ В ПАРКИНГАХ

Сугако Е.В., Михайлюк Р.А., Калита Е.В

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Галузо В.Е. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. В состав системы противопожарной защиты гаражей стоянок закрытого обязательно входит система противодымной защиты (СПДЗ). Проектирование систем противопожарной защиты должно вестись в соответствии с актуальными техническими нормативно-правовыми актами (ТНПА). Однако, актуальный ТНПА по проектированию СПДЗ не содержит в полном объеме необходимых рекомендаций. В связи с этим представляют интерес работы, содержащие практические рекомендации по проектированию СПДЗ.

Ключевые слова: противопожарная защита, гараж-стоянка, противодымная защита.

Введение. Согласно [1] помещения хранения автомобилей в гаражах–стоянках (ГС) закрытого типа, независимо от показателей подлежат защите спринклерными установками водяного пожаротушения. Кроме того, в соответствии с [1] помещения, оснащенные спринклерными установками пожаротушения (УП), не требуется оборудовать системами пожарной сигнализации (СПС) в случае, если они должны оборудоваться тепловыми пожарными извещателями (ПИ). Согласно приложению П [1] помещения для хранения и обслуживания автомобиле должны оборудоваться тепловыми ПИ. Таким образом в ГС закрытого типа спринклерные УП выполняют функции СПС.

В соответствии с [2] вытяжную противодымную вентиляцию с искусственным побуждением следует предусматривать в помещениях для хранения автомобилей гаражей-стоянок закрытого типа. При этом согласно [2] в зданиях и помещениях, оборудованных системами противодымной вентиляции, следует предусматривать автоматическую пожарную сигнализацию или автоматические установки пожаротушения. То есть в ГС закрытого типа система ПДЗ может запускаться от спринклерных УП.

Основная часть. Таким образом, из анализа актуальных технических нормативно-правовых актов (ТНПА) следует, что автоматический запуск системы противопожарной защиты, включающей в себя системы ПДЗ и оповещения о пожаре (ОП) в ГС закрытого типа может осуществляться от срабатки сприклерных УП.

Однако, следует отметить, что минимальная температура срабатки оросителя спринклерных УП согласно [3] более 57 0С, при этом ороситель располагается на высоте не менее 2,1 м от пола. Кроме того, номинальное время срабатки спринкерного оросителя согласно [3] при температуре 57 0С не должно превышать 300 с (на практике это время составляет около 220 с [4]). Это означает, что срабатывает ороситель при горении автомобиля в ГС, а не при появлении дыма в начальной стадии пожара. То есть от момента появления дыма до срабатки оросителя проходят минуты (очевидно, не менее пяти минут).

Запуск системы ПДЗ, а точнее дымоудаления (ДУ), от срабатки спринклерной УП приведет к изменению карты орошения из-за сильных потоков воздуха. В то же время, если запустить систему ДУ от дымовых извещателей пожарных (ДИП), то это будет способствовать более интенсивному возгоранию за счет притока свежего воздуха.

Согласно [2], помещения площадью более 3000 м², подлежащие оборудованию системами вытяжной противодымной вентиляции, должны быть разделены на дымовые зоны (резервуары дыма) с учетом возможности возникновения пожара в одной из них. Каждую дымовую зону следует ограждать строительными конструкциями и (или) стационарными (опускаемыми) вертикальными завесами (далее – завесами) из материалов группы горючести не ниже Г1, выступающими с потолка (перекрытия, покрытия) к полу, но не ниже, чем 2 м от

пола, образующими под потолком (перекрытием, покрытием) резервуары дыма. Минимальную глубину дымовой зоны (резервуара дыма) следует принимать 0,5 м. Согласно [4] время заполнения такого резервуара дыма составило 258 с, что больше начала сработки спринклерной УП (220 с). Расстояние от наиболее удаленной точки зоны задымления до ее края не превышает 30 м. При скорости эвакуации в горизонтальной плоскости ГС 60м/мин это расстояние может быть преодолено за 30 с.

Следует отметить для сравнения, что время сработки дымового пожарного извещателя на практике не более 80 с [4]. А это значит, что между сработкой ДИП и спринклерной УП есть около 140 с. То есть, за это время может быть завершена эвакуация из дымовой зоны.

В связи с вышеизложенным предлагается оборудовать ГС закрытого типа СПС с ДИП, от сработки которых будет запускаться система ОП. После завершения эвакуации из дымовой зоны включится спринклерная УП, которая запустит систему ПДЗ.

Заключение. Дан анализ требований нормативно-правовых актов по проектированию противопожарной защиты гаражей-стоянок, из которого следует, что запуск системы противопожарной защиты может осуществляться от сработки спринклерной УП. В работе указывается, что в этом случае СПДЗ ухудшит функционирование УП, кроме того запуск системы ОП от УП, сократит время эвакуации, сделав ее более сложной.

Предлагается следующий алгоритм функционирования системы противодымной защиты:

1. Система пожарной сигнализации при сработке ДИП запускает систему ОП.
2. Спринклерная УП после завершения эвакуации запускает СПДЗ.

Список литературы

1. СН 2.02.03-2019 Пожарная автоматика зданий и сооружений.
2. СН 2.02.07-2020 Противодымная защита зданий и сооружений при пожаре. Системы вентиляции.
3. СТБ 11.16.06-2011/ГОСТ Р 51043-2002 Оросители. Общие технические требования.
4. Хорошко В.В. Эффективность электронных систем пожарной безопасности в зоне горения автомобилей для подземных гаражей –стоянок жилых зданий. Доклады БГУИР. 2020; 18(7): 63-70.

UDC 614.841.343: 699.814.6

OPTIMAL ALGORITHM OF SYSTEM OPERATION FIRE PROTECTION IN PARKINGS

Kalita E.V., Mikhailyuk R.A., Sugako E.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Galuzo V.E. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The structure of the fire protection system of closed parking garages necessarily includes a smoke protection system. The design of fire protection systems should be carried out in accordance with the current technical regulations. However, the current technical regulations for the design of smoke protection system does not contain the necessary recommendations in full. In this regard, of interest are works containing practical recommendations for the design of smoke protection system.

Key words: fire protection, parking garage, smoke protection.

УДК 621.396.6

АНАЛИЗ ВОЛНОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ НА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЕ ПРИ ПРОТЕКАНИИ ЦИФРОВОГО СИГНАЛА

Воскресенский А.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Пискун Г.А. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Экспериментально исследовано влияние геометрических параметров проводника печатной платы на волновое сопротивление. Установлено, что наибольшее влияние оказывает расстояние до опорного слоя.

Ключевые слова: линия передачи, волновое сопротивление

Введение. При проектировании печатной платы для высокочастотной передачи сигнала разработчику необходимо обеспечить ряд параметров проводника для обеспечения эффективной работы устройства, одним из которых является волновое сопротивление линии передачи. В работе показано, как осуществляется влияние параметров печатного проводника на волновое сопротивление.

Основная часть. Волновое сопротивление линии передачи – отношение напряжения к силе тока в любой точке линии, по которой распространяются электромагнитные волны [1].

Волновое сопротивление определяется по формуле (1) [1]:

$$Z = \sqrt{L/C}, \quad (1)$$

где L – погонная индуктивность линии;

C – погонная емкость.

Если линия подключена к нагрузке с комплексным сопротивлением, то часть энергии отражается от нее и коэффициент отражения по мощности определяется по формуле (2) [1]:

$$|\Gamma|^2 = \left| \frac{Z_H - Z}{Z_H + Z} \right|^2, \quad (2)$$

где Z_H – комплексное сопротивление нагрузки.

В случае, когда коэффициент отражения равен 0, отражения в линии передачи отсутствует. Таким образом, соблюдение волнового сопротивления, равному комплексному сопротивлению нагрузки, необходимо для передачи сигнала без потерь, это особенно важно с повышением частоты передающего сигнала.

Различают два вида проводника в печатной плате: микрополосковая линия и полосковая линия (рисунок 1).

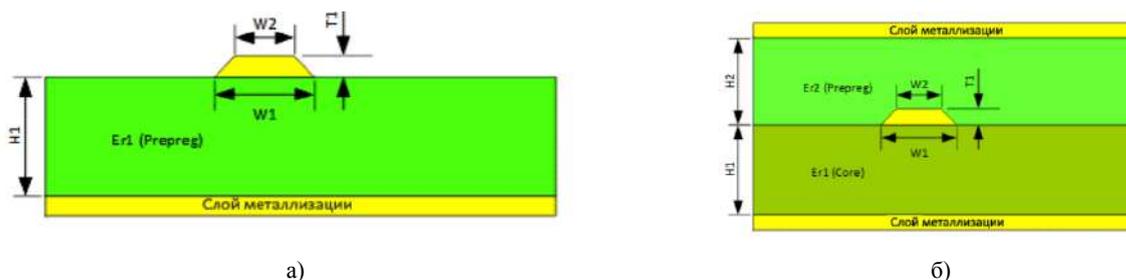


Рисунок 1 – Микрополосковая (а) и полосковая (б) линии передачи

Волновое сопротивление микрополосковой линии передачи можно рассчитать по упрощенной формуле (3) [1]:

$$Z = \frac{87}{\sqrt{E_r + 1.41}} \ln \left(\frac{5.98h}{0.8w+t} \right), \quad (3)$$

где E_r – относительная диэлектрическая проницаемость подложки;

h – высота подъема печатной платы над слоем земли;

w – ширина печатной дорожки;

t – толщина печатной дорожки.

Волновое сопротивление полосковой линии передачи рассчитывается по формуле (4) [1]:

$$Z = \frac{60}{\sqrt{E_r}} \ln \left(\frac{1.9b}{0.8w+t} \right), \quad (3)$$

где E_r – относительная диэлектрическая проницаемость подложки;

b – расстояние между слоями земли;

w – ширина печатной дорожки;

t – толщина печатной дорожки.

Геометрическими параметрами, влияющими на волновое сопротивление, являются: толщина меди, ширина проводника, угол трапеции проводника, расстояние до опорного слоя, диэлектрическая проницаемость диэлектрика, частота.

Таблица 1 – Влияние геометрических параметров

Параметр	Действие	Результат
Толщина меди	Уменьшение	Увеличение значения
Ширина проводника	Уменьшение	Увеличение значения
Расстояние до опорного слоя	Увеличение	Увеличение значения
Диэлектрическая проницаемость	Увеличение	Уменьшение значения
Частота	Увеличение	Уменьшение значения

Заключение. Выполнен анализ влияния геометрических параметров печатного проводника на волновое сопротивление в линии передачи. Установлено, что наиболее влияющим параметром является отношение ширины дорожки к высоте ее подъема над слоем земли.

Список литературы

1. Джонсон, Г.В. Конструирование высокоскоростных цифровых устройств: начальный курс черной магии: справ. пособие / Джонсон Г.В., Грэхем М. - Издательский дом «Вильямс» – 2006. – 624с.
2. Исследование влияния дополнительного экранирования кварцевого генератора СВЧ устройств на снижение уровня побочных спектральных составляющих / Г. А. Пискун, В. Ф. Алексеев, П. С. Романовский // Доклады БГУИР. – 2019. – № 5 (123). – С. 12-17.

UDC 621.396.6

ANALYSIS OF IMPEDANCE IN THE TRANSMISSION LINE OF A PRINTED BOARD WITH A SIGNAL FLOW

Voskresenski A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Piskun G.A. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The influence of the geometrical parameters of the printed circuit board conductor on the wave impedance has been experimentally studied. It has been established that the distance to the reference layer has the greatest influence

Keywords: transmission line, impedance

УДК 621.396.6

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ В ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЕ ПРИ ПРОТЕКАНИИ ЦИФРОВОГО СИГНАЛА

Воскресенский А.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Пискун Г.А. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Исследовано затухание сигнала в линии передачи на печатной плате. Определены параметры влияющие на скорость распространения сигнала в линиях передачи различной структуры. Установлено, что с ростом волнового сопротивления, затухание сигнала уменьшается.

Ключевые слова: линия передачи, затухание, параметры

Введение. В современной электронной технике все чаще происходит увеличение частоты передаваемого сигнала, при этом разработчики сталкиваются с потерями уровня сигнала и задержками во времени при его передаче. Это может быть обусловлено рядом дестабилизирующих воздействий [1 – 5]. В работе рассмотрены параметры линии передачи, реализованной на печатной плате, при протекании цифрового сигнала.

Основная часть. Идеальная линия передачи обладает следующими свойствами: имеет неограниченную длину, сигналы распространяются в линии без искажения, сигналы распространяются в линии без потерь. Реальная линия передачи не обладает такими свойствами.

Скорость распространения электрических сигналов в линиях передачи зависит от характеристик окружающей среды и распространения электромагнитных волн (рисунок 1).

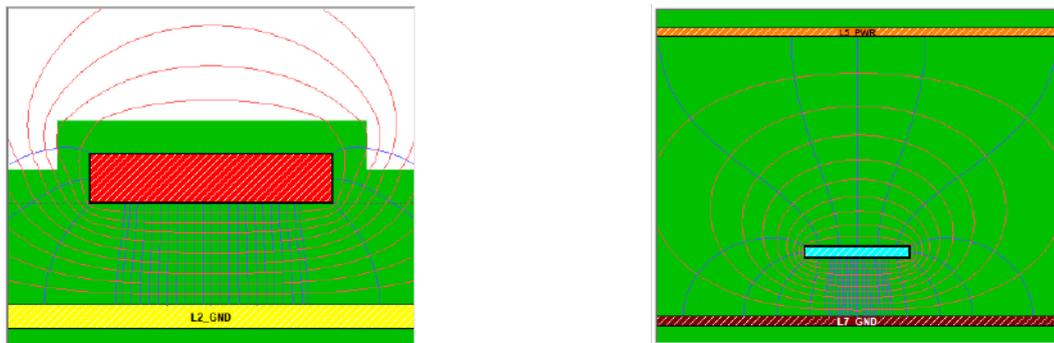


Рисунок 1 – Распространение электромагнитных волн в полосковой линии

Задержка сигнала определяется по формуле (1) [6]:

$$V = \frac{c}{\sqrt{E_r}}, \quad (1)$$

где V – скорость распространения, м/с;
 E_r – диэлектрической проницаемости;
 C – скорость света.

Более удобной оценка временной задержки (TD) осуществляется по формуле (2) [6]:

$$TD = \frac{\sqrt{E_r}}{C}. \quad (2)$$

Задержка сигнала становится особенно критично в интерфейсах, время распространение которых должно быть выровнено относительно клона.

Реальная линия передачи всегда имеет сопротивление. Это сопротивление вызывает как потери, так и искажения распространяющего сигнала. Погонное сопротивление печатного проводника определяется формулой (3) [6]:

$$R = \frac{0,65866 \times 10^{-6}}{WT}, \quad (3)$$

где R – погонное сопротивление печатной дорожки;

W – ширина печатной дорожки;

T – толщина печатной дорожки.

Коэффициент передачи на участке длиной X рассчитывается по формуле (4) [6]:

$$X = e^{-\left(\frac{RX}{1}\right) - 2\left(\frac{L}{c}\right)^2}, \quad (4)$$

где R – погонное сопротивление печатной дорожки;

L – погонная индуктивность;

C – погонная емкость;

X – длина дорожки.

Коэффициент затухания (на один дюйм длины) равен, дБ [6]:

$$4,34 \left[\frac{R}{1} \right] \left(\frac{L}{c} \right)^2, \quad (5)$$

где R – погонное сопротивление печатной дорожки;

L – погонная индуктивность;

C – погонная емкость.

С помощью программы решателя *BoardSim*, встроенного в программу *HyperLynx*, построим модель реальной линии передачи для анализа ее затухания, предварительно настроив структуру печатной платы. Данная программа является полнофункциональным комплексом эффективных программных средств для высокопроизводительного анализа современных проектов печатных плат и обеспечения надежности их реализации. Функциональные модули *HyperLynx* предлагают простые и понятные интерфейсы, которые могут в любой момент легко встраиваться разработчиком в процесс проектирования электронных устройств.

Схема исследования включает в себя: передатчик, приемник, два межслойных переходных отверстия, два участка цепи в наружном слое, один участок цепи во внутреннем слое печатной платы (рисунок 2).

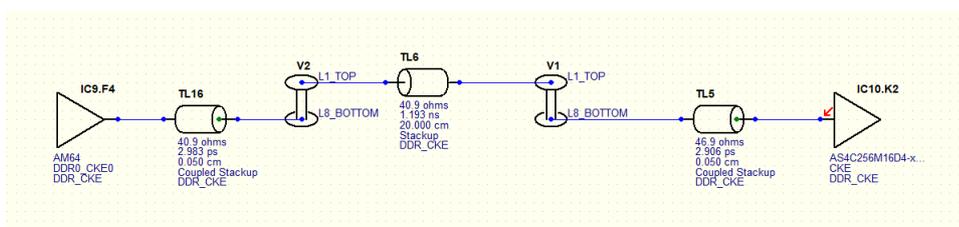


Рисунок 2 – Схема исследования линии передачи

Результатом моделирования является график зависимости затухания в линии передачи от частоты (рисунок 3).

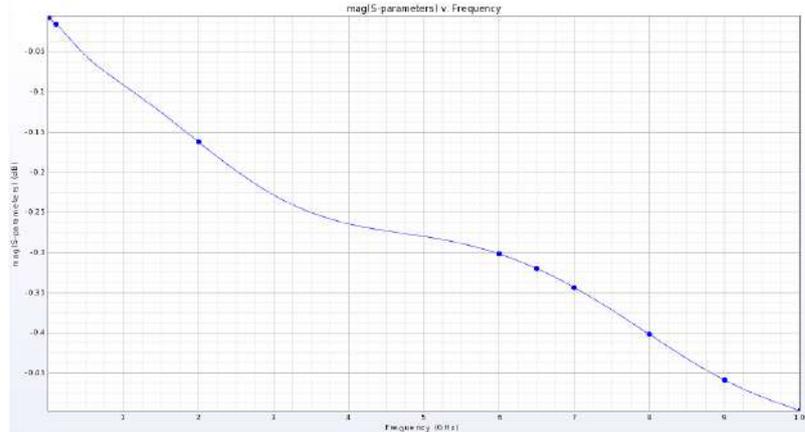


Рисунок 3 – Результат затухания в линии передачи

Заключение. Выполнен анализ линии передачи в печатной плате. Определены параметры, влияющие на затухание сигнала протекающего в линии передачи. Установлено, что в наружных слоях печатной платы, затухание сигнала меньше. С увеличением волнового сопротивления линии передачи, коэффициент затухания уменьшается.

Список литературы

1. *The Impact of ESD on Microcontrollers* / Gennady A. Piskun, Viktor F. Alexeev, Sergey M. Avakov, Vladimir E. Matyushkov, Dmitry S. Titko; Edited by PhD, Associate professor Viktor F. Alexeev. – Minsk : Kolorgrad, 2018. – 184 p. – ISBN 978-9857-148-40-0.
2. Алексеев, В. Ф. Моделирование тепловых полей электронных систем в среде ANSYS / В. Ф. Алексеев, Д. В. Лихачевский, Г. А. Пискун // *BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня: сб. материалов VI Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 20-21 мая 2020 года: в 3 ч. Ч. 3* / редкол.: В. А. Бозуш [и др.]. – Минск: Бестпринт, 2020. – С. 282 – 286.
3. Пискун, Г.А. Разработка схемотехнической модели воздействия разряда статического электричества по модели CDM на полевой транзистор с изолированным затвором / Г.А. Пискун, В.Ф. Алексеев // *Современные средства связи : материалы XXV Междунар. науч.-техн. конф., 22–23 окт. 2020 года, Минск, Респ. Беларусь ; редкол. : А. О. Зеневич [и др.]. – Минск : БГАС, 2020. – С. 149 – 151.*
4. Пискун, Г.А. Разработка приближенного метода расчета перенапряжений на затворе МДП-транзистора при разряде статического электричества / Г.А. Пискун, В.Ф. Алексеев // *Современные средства связи : материалы XXV Междунар. науч.-техн. конф., 22–23 окт. 2020 года, Минск, Респ. Беларусь ; редкол. : А. О. Зеневич [и др.]. – Минск : Белорусская государственная академия связи, 2020. – С. 188 – 189.*
5. Пискун, Г.А. Способы защиты радиоэлектронных устройств от воздействия электростатических разрядов: обзор современного состояния и перспективы развития в приборостроении / Г.А. Пискун, В.Ф. Алексеев, А.Л. Житников // *Стандартизация. – 2017. – № 5. – С. 54 – 59.*
6. Джонсон, Г.В. Конструирование высокоскоростных цифровых устройств: начальный курс черной магии: справ. пособие / Джонсон Г.В., Грэхем М. - Издательский дом «Вильямс» – 2006. – 624с.

UDC 621.396.6

FEATURES OF CONSTRUCTION OF A TRANSMISSION LINE IN A PRINTED BOARD WITH A DIGITAL SIGNAL FLOW

Voskresenski A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Piskun G.A. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The attenuation of the signal in the transmission line of the printed conductor has been experimentally studied. The parameters affecting the speed of signal propagation in transmission lines of various structures are determined. It has been established that with an increase in wave impedance, the attenuation of the signal decreases.

Keywords: transmission line, loss, impedance

РЕАЛИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Кузмин И.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Пискун Г.А. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Рассмотрены вопросы развития технологии дополненной реальности с учетом возможности интеграции в повседневную жизнь человека. Установлено, что концепция технологии дополненной реальности предполагает использования различных инструментов и широкие возможности в их использовании.

Ключевые слова. *Augmented Reality, ARCore*, дополненная реальность.

Введение. Дополненная реальность – *Augmented Reality (AR)* – одна из многих технологий взаимодействия человека и компьютера. Ее специфика заключается в том, что она программным образом визуально совмещает два изначально независимых пространства: мир реальных объектов вокруг нас и виртуальный мир, воссозданный на компьютере.

Новая виртуальная среда образуется путем наложения запрограммированных виртуальных объектов поверх видеосигнала с камеры, и становится интерактивной путем использования специальных маркеров [1].

По-настоящему широкое распространение технология дополненной реальности получила при разработке компанией Google очков дополненной реальности. В последующем компании *Google* и *Apple* предоставили собственные платформы для разработки программных средств с дополненной реальностью – *ARCore* и *ARKit* соответственно. Данные события способствовали появлению все большему распространению данной технологии и развитию данного сегмента рынка.

Технологии AR. Существуют три основных направления в развитии данной технологии:

1) «Безмаркерная» технология, которая работает по особым алгоритмам распознавания, где на окружающий ландшафт, снятый камерой, накладывается виртуальная «сетка». На этой сетке программные алгоритмы находят некие опорные точки, по которым определяют точное место, к которому будет «привязана» виртуальная модель. Преимуществом данной технологии является то, что объекты реального мира служат маркерами сами по себе и для них не нужно создавать специальных визуальных идентификаторов;

2) Технология на базе специальных маркеров (меток), удобна тем, что они проще распознаются камерой и дают ей более жесткую привязку к месту для виртуальной модели. Такая технология гораздо надежнее «безмаркерной» и работает практически без сбоев;

3) Технология, основанная на пространственном расположении объекта, в которой используются данные *GPS/ГЛОНАСС*, гироскопа и компаса, встроенного в мобильный телефон. Место виртуального объекта определяется координатами в пространстве. Активация программы дополненной реальности происходит при совпадении координаты, заложенной в программе, с координатами пользователя.

Технология дополненной реальности использует процесс, называемый одновременной локализацией и сопоставлением, или *SLAM*, чтобы понять, где находится телефон относительно окружающего мира.

Метод *SLAM* (англ. *Simultaneous Localization And Mapping*) – метод одновременной локализации и построения карты. Используется в мобильных автономных средствах для построения или обновления карты неизвестной местности, одновременно отслеживая местоположение агента в ней. Метод *SLAM* позволяет связать два независимых процесса в

непрерывный цикл последовательных вычислений, при котором результаты одного процесса участвуют в вычислениях другого процесса.

Построение карты – это проблема интеграции информации, собранной с датчиков робота. Главными аспектами в построении карты являются представление данных об окружающей среде и интерпретация данных датчиков (рисунок 1).

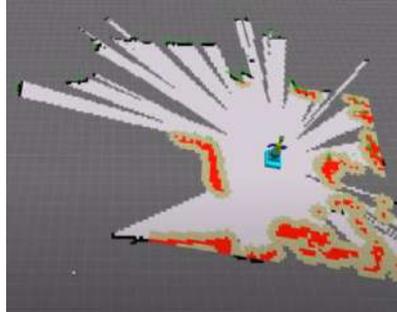


Рисунок 1 – Процесс создания карты агентом

Локализация – это проблема определения местоположения пользователя с программным средством на карте. Локализацию можно разделить на два вида – локальная и глобальная. Локальная локализация позволяет отследить местоположение пользователя на карте, когда его начальное местоположение известно, а глобальной локализация – это определение местоположения пользователя на незнакомом месте [2].

Совмещая положение виртуальной камеры, отображающей ваш 3D-контент, с положением камеры устройства, предоставленным *ARCore*, разработчики могут отображать виртуальный контент с правильной точки зрения. Визуализированное виртуальное изображение может быть наложено поверх изображения, полученного с камеры устройства, что создаст впечатление, что виртуальный контент является частью реального мира [3].

Возможности реализации технологии AR. Дополненная реальность может стать неотъемлемой частью повседневной жизни человека. Технология дополненной реальности может занять нишу в сфере образования и медицины.

В образовательном процессе можно моделировать ситуации и места, не выходя из кабинета, класса или аудитории, создавать виртуальные иллюстрации, с которыми можно взаимодействовать и рассматривать со всех сторон. Обучение инженерным и медицинским специальностям может быть упрощено с применением данной технологии.

В рамках работы было создано программное средство «*ARCore Paint*» (рисунок 2).

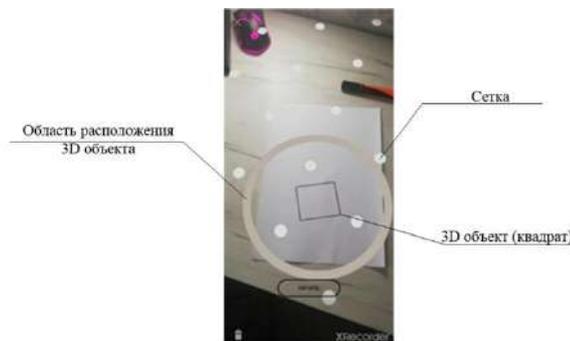


Рисунок 2 – Программное средство «*ARCore Paint*»

Оно позволяет выводить через дополненную реальность рисунок на поверхность с последующей возможностью его обрисовки. Цель данного программного средства – улучшить навыки пользователя в сфере изобразительного искусства.

Так же с некоторыми изменениями подобным образом можно выводить буквы алфавита, что вполне может способствовать развитию навыков детей в изучении алфавита и навыков письма.

В сфере медицины так же дополненная реальность может стать идеальным подспорьем для работников медицинских учреждений. Виртуальные 3D-модели человеческого тела с возможностью интеракции открывают широкие просторы для изучения процессов в теле человека и прогнозах развития болезни и патологий в частных случаях.

При достаточном развитии данной технологии врачи могут проводить операции, больше полагаясь на то, что видят, на модель человеческого тела, накладываемую на пациента.

Так же не стоит забывать и о развитии технологий в военной промышленности. Подсказки на тактическом шлеме, выводящиеся в дополненной реальности вполне могут способствовать лучшим показателям солдат на боевой арене.

Заключение. Технология дополненной реальности является актуальной и быстроразвивающейся сферой. Она имеет на текущий момент некоторые проблемы как в аппаратной, так и в программной части, но в последующем может стать неотъемлемой частью нашей жизни.

Внедрение данной технологии в различные сферы деятельности, от образования до медицины, требует развития аппаратных и программных аспектов технологии для достижения повсеместного использования данной технологии.

Еще один немаловажный факт, говорящий о безусловной перспективности AR — создание в 2015 году альянса *Augmented Reality for Enterprise Alliance (AREA)*. В этот альянс входят такие крупные компании, как *Bosch* и *Boeing*. Цель альянса — бесплатный (для американского рынка) и открытый обмен лучшими практиками, извлеченными уроками и технологическими ресурсами, которые будут помогать предприятиям эффективно внедрять AR. С апреля 2017 года объявлено о разработке участниками этого альянса ключевых отраслевых руководящих документов. Документы разрабатывались при содействии *UI Labs*, *Lockheed Martin*, *Caterpillar* и *Procter & Gamble*.

Список литературы

1. Технология дополненной реальности AR [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://funreality.ru/technology/augmented_reality/. — Дата доступа: 28.02.2022.
2. Технология SLAM [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://robocraft.ru/technology/724>. — Дата доступа: 25.02.2022.
3. ARCore. Основные понятия [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://developers.google.com/ar/develop/fundamentals>. — Дата доступа: 01.03.2022.

UDC 004.921

REALIZATION OF OBJECTS WITH THE APPLICATION OF AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY

Kuzmin I.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Piskun G.A. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The issues of the development of augmented reality technology are considered, taking into account the possibility of integration into a person's everyday life. It has been established that the concept of augmented reality technology involves the use of various tools and wide opportunities in their use.

Keywords: *Augmented Reality, ARCore.*

УДК 004.921

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЛАТФОРМЫ ARCORE

Кузмин И.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Пискун Г.А. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. В статье рассмотрены достоинства и недостатки, с которыми сталкиваются разработчики при работе с *ARCore*. Рассмотрена проблема актуальности технологии *ARCore*. Описаны требования к изображениям, которые может определить программное средство с данной технологией.

Ключевые слова. *Augmented Reality*, *ARCore*, дополненная реальность.

Введение. На данный момент многие *IT*-компании вкладывают средства в развитие дополненной реальности, о чём свидетельствует разработка *ARKit* (от *Apple*) и *ARCore* (от *Google*). Эти новаторские технологии позволили работать с *AR* обычным разработчикам, что было невозможно несколько лет назад.

В работе будут рассмотрены возможности платформы *ARCore*, у которой имеются как достоинства, так и недостатки.

Достоинства *ARCore*. Одним из достоинств можно назвать лёгкость в освоении. Начинаящий разработчик, имеющий не самые углубленные знания в разработке мобильных приложений, достаточно легко может разобраться в возможностях и требованиях для написания программного средства с дополненной реальностью.

Так же к достоинству можно приписать гибкость программирования реализуемого приложения. *ARCore* имеет в себе много возможностей для отображения *3D* объектов. Есть возможность настройки базы данных изображений, отображения на горизонтальные или вертикальные поверхности, отображения объектов по координатам.

Проблема актуальности версий. Проблема актуальности решений всегда стояла перед разработчиками программных средств. Любая технология со временем развивается и претерпевает изменения для адаптации к новому времени и ситуациям. Технологии дополненной реальности не исключение.

ARCore может выводить в реальный мир *3D* модели формата **.sfb*. Что бы преобразовать *3D* модели форматов **.obj*, **.fbx*, или **.glf* в **.sfb* в среде разработки требуется установить плагин *Google Sceneform Tools (Beta)* (рисунок 1) [1].

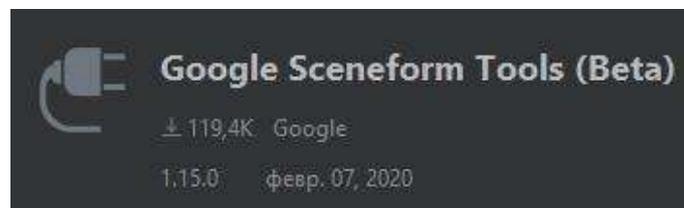


Рисунок 1 – *Google Sceneform Tools (Beta)* [1]

При работе с ним происходит импорт моделей в нужный нам формат, а также их месторасположение и наличие прописывается в файле *build.gradle* (листинг 1):

Листинг 1 – Код добавления объекта в файл *build.gradle*

```
sceneform.asset('sampledata/bird.obj',
    'default',
    'sampledata/bird.sfa',
    'src/main/res/raw/bird')
```

В работе с этим плагином и происходит выявление проблемы актуальности. В актуальной версии *Android Studio* (*Android Studio Bumblebee* | 2021.1.1) работа с этим плагином невозможна. При попытке его установить происходит ошибка (листинг 2).

Листинг 2 – Текст ошибки

```
Plugin error: Plugin 'Google Sceneform Tools (Beta)' is compatible with IntelliJ IDEA only because it doesn't define any explicit module dependencies
```

При попытке использовать более старую версию *Android Studio* работа с плагином так же является затруднительной из-за наличия ошибок. Так же при попытке импортировать 3D модели в старой версии *Android Studio* и переносе их в более актуальную программа отказывается выводить 3D модели в реальный мир.

Если говорить о проблеме актуальности, так же нельзя не упомянуть *Sceneform SDK*. На официальном сайте [2] упоминаются версии вплоть до 1.17.1, но с оговорками, такими как:

- не используйте версию 1.17.0 из-за файлов *Sceneform Maven*;
- версия 1.17.1 *Maven artifacts* может быть использована, однако кроме версии 1.17.1 файлы идентичны файлам версии 1.15.0.

Стоит отметить, что сайт разработчиков в последний раз обновлялся 7 апреля 2020 года, а актуальная версия «Сервисы *Google Play* для AR» уже является 1.30 и последняя дата обновления датируется 2022 годом.

Проблема качества изображений. API-интерфейсы расширенных изображений в *ARCore* позволяют создавать приложения дополненной реальности, которые могут обнаруживать и дополнять 2D-изображения в пользовательской среде, например на плакатах или упаковке продуктов.

Вы предоставляете набор эталонных изображений. *ARCore* использует алгоритм компьютерного зрения для извлечения функций из информации в оттенках серого в каждом изображении и сохраняет представление этих функций в одной или нескольких базах данных дополненных изображений.

Во время выполнения *ARCore* ищет эти функции на плоских поверхностях в среде пользователя. Это позволяет *ARCore* обнаруживать эти изображения в мире и оценивать их положение, ориентацию и размер, если они не предоставлены.

Для вывода 3D модели на изображение требуется:

- заполнить не менее 25% кадра камеры для первоначального обнаружения;
- быть ровным (например, не сморщенным и не обернутым вокруг бутылки);
- пользователь должен быть в поле зрения камеры. Изображения не должны быть частично затемнены, находится под очень наклонным углом или просматриваться, когда камера движется слишком быстро из-за размытия движения.

На официальном сайте можно найти эталонное изображение (рисунок 2), имеющее показатель качества 100 и которое *ARCore* точно сможет определить [4].



Рисунок 2 – Эталонное изображение

Однако, при работе с этим элементом была замечена проблема, в частности, при увеличении пустого пространства в изображении уменьшается его показатель качества. При

убирании более 50 % изображения (из центра) оценка качества падает. Показатель качества падает резко – вплоть до 40 % пустого пространства изображение показывает допустимое качество, после же 50 – 60 % качество резко снижается вплоть до 0 % (рисунок 3).



Рисунок 3 – Результат проверки на качество

Проверить качество изображения можно с помощью инструмента *arcoreimg* [3], включенный в *ARCore SDK*. Рекомендуемый показатель качества – не менее 75 %.

Заключение. Технология дополненной реальности на базе *ARCore* на текущий момент имеет некоторые проблемы. Из-за прекращения поддержки компанией *Google*, на текущий момент не целесообразно использовать *ARCore*.

Это не отменяет факта, что данная платформа имеет перспективы. Открытый исходный код плагина *Google Sceneform Tools* и возможность изменения самого *ARCore* позволяют надеяться на то, что данная платформа имеет возможность не исчезнуть среди других проектов *Google*.

Список литературы

1. Google Sceneform Tools (Beta) [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://plugins.jetbrains.com/plugin/10698-google-sceneform-tools-beta>. – Date of access: 21.02.2022.
2. Getting started with Sceneform [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://developers.google.com/sceneform/develop/getting-started>. – Date of access: 21.02.2022.
3. Инструмент *arcoreimg* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developers.google.com/ar/develop/augmented-images/arcoreimg>. – Дата доступа: 23.02.2022.
4. Разработка *ARCore* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developers.google.com/ar/develop/augmented-images>. – Дата доступа: 22.02.2022.

UDC 004.921

FEATURES OF SOFTWARE DEVELOPMENT WITH THE APPLICATION OF THE ARCORE PLATFORM

Kuzmin I.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Piskun G.A. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The article discusses the advantages and disadvantages that developers face when working with *ARCore*. The problem of relevance of *ARCore* technology is considered. The requirements for images that can be determined by a software tool with this technology are described.

Keywords: Augmented Reality, *ARCore*.

ОБУЧЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ ДЕФЕКТОВ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Иванов Д.В.

*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ,
г. Казань, Российская Федерация*

Научный руководитель: Суздальцев И.В. – старший преподаватель кафедры САПР

Аннотация. В данной работе рассматривается применение генетического алгоритма для обучения нейронной сети в задаче распознавания дефектов печатных плат. Предложенная система распознавания дефектов печатных плат способна определять 6 видов дефектов печатных плат. Определены основные преимущества и недостатки применения генетического алгоритма для обучения нейронной сети.

Ключевые слова: распознавание дефектов печатных плат, нейронная сеть, генетический алгоритм.

Введение. В связи с увеличением плотности монтажа и уменьшением ширины токопроводящих дорожек при изготовлении печатных плат и фотошаблонов нередко возникают дефекты токопроводящего рисунка.

Визуальный контроль, выполняемый человеком-оператором с целью выявления дефектов, при высокой плотности размещения проводящих дорожек на подложках микросхем и печатных платах является недостоверным, трудоемким, имеет малую производительность и не эффективен, кроме того, рабочий не может делать никакого анализа, кроме как «брак» или «не брак, то есть не может выявлять причины возникновения дефектов, проводить необходимые для этого обобщения и анализ. [1].

Целью данной работы является разработка оптимального алгоритма обучения нейронной сети, способной распознавать дефекты печатных плат.

Содержательная постановка задачи. Нейронные сети — это алгоритмы оптимизации и обучения, в общих чертах основанные на концепциях, вдохновленных исследованиями в области природы головного мозга. На рисунке 1 показана схема нейронной сети.

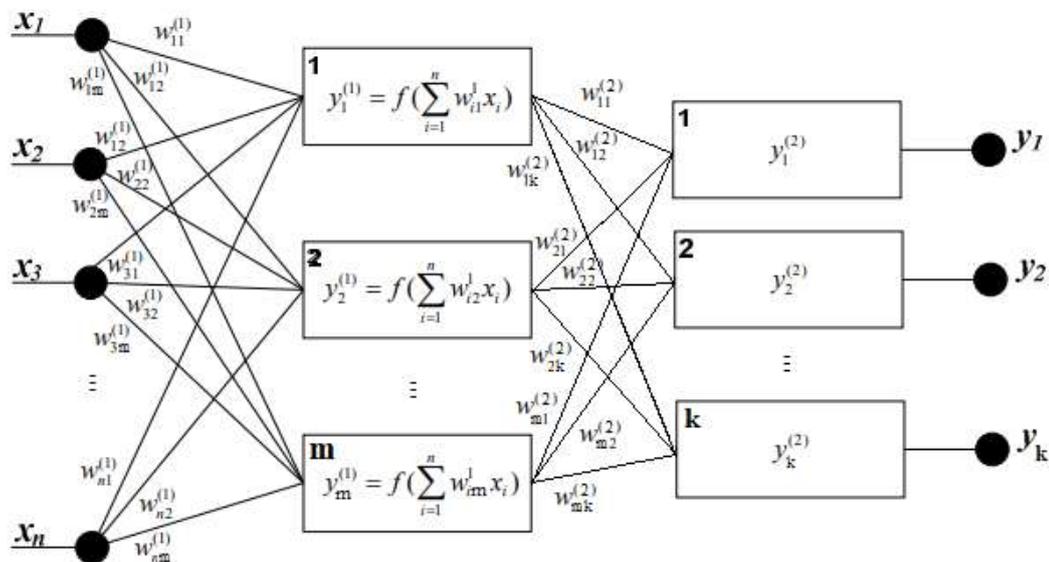


Рисунок 1 – Схема нейронной сети для решения задачи распознавания дефектов печатных плат

Базовым элементом нейронной сети является узел обработки. Каждый узел обработки суммирует значения своих входов. Затем эта сумма проходит через произвольную функцию активации для получения выходного значения узла. Состояние нейрона определяется по формуле:

$$y = \sum_{i=1}^n x_i \omega_i, \quad (1)$$

где x_i - значение i -ого входа нейрона;
 ω_i - вес i -ого синапса;
 y - значение состояния нейрона.

В задаче используется нейронная сеть, состоящая из $28 \times 28 = 784$ нейрона во входном слое, 128 нейронов в промежуточном слое и 10 нейронов в выходном слое. На вход нейронной сети подаются изображения 28×28 пикселей, каждый пиксель которых представлен в виде целого числа от 0 до 255, определяющий степень темноты пикселя. Нейроны выходного слоя представляют собой вероятность отнесения изображения к соответствующему виду дефектов.

Основная часть. Предложенная система распознавания дефектов печатных плат определяет 6 видов дефектов печатных плат: отсутствие необходимого отверстия; укус мыши (отсутствие кусочка токопроводящей дорожки); обрыв цепи (недостающее соединение между точками, которые необходимо соединить); короткое замыкание (непредусмотренное чертёжом электрическое соединение отдельных участков проводящего рисунка); шпора; паразитная медь (лишний кусок токопроводящей дорожки).

В качестве алгоритма обучения нейронной сети был выбран генетический алгоритм. Генетический алгоритм – это адаптивный эвристический метод поиска, представляющий собой вероятностный алгоритм поиска, основанный на механике естественного отбора и естественной генетике. Он применяется для подстройки весов скрытых и выходных слоев нейронной сети.

Данный алгоритм содержит следующие процедуры: формирование начальной популяции, оператор кроссинговера, мутация, оценка приспособленности особей, селекция. Популяция содержит множество альтернативных решений, представленных в виде особей популяции. Алгоритм завершает свою работу, если значение погрешности распознавания лучшей особи популяции не изменяется n популяций. Чем больше n , тем меньше погрешность распознавания и точнее нейронная сеть.

Погрешность распознавания рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon_i = 1 - \frac{y}{y_0} \quad (2)$$

где y_0 – эталонное значение выходного сигнала;

y – вычисленное значение выходного сигнала при распознавании дефекта печатной платы из обучающей выборки с данным набором весовых коэффициентов.

Представленная на рисунке 1 нейронная сеть, преобразуется в хромосому особи, заполняя ее весовыми коэффициентами (производя обход сверху вниз, слева направо). Таким образом, хромосома представляет собой набор генов – весовых коэффициентов [2]:

$$C = (w_{11}^{(1)}, w_{12}^{(1)}, \dots, w_{1m}^{(1)}, w_{21}^{(1)}, w_{22}^{(1)}, \dots, w_{2m}^{(1)}, \dots, w_{n1}^{(1)}, w_{n2}^{(1)}, \dots, w_{nm}^{(1)}, w_{11}^{(2)}, w_{12}^{(2)}, \dots, w_{1k}^{(2)}, w_{21}^{(2)}, w_{22}^{(2)}, \dots, w_{2k}^{(2)}, w_{m1}^{(2)}, w_{m2}^{(2)}, \dots, w_{mk}^{(2)}) \quad (3)$$

Заключение. К основным преимуществам генетических алгоритмов перед алгоритмами обратного распространения ошибки можно отнести: вычислительную малоинтенсивность (никаких расчетов по линейной алгебре не требуется. Единственные необходимые расчеты

машинного обучения — это прямые проходы через нейронные сети. Из-за этого системные требования очень широкие по сравнению с глубокими нейронными сетями); адаптивность (можно было бы адаптировать и внедрить множество различных тестов и способов манипулирования гибкой природой генетических алгоритмов).

Однако генетические алгоритмы занимают длительный период времени обучения (неудачные кроссоверы и мутации могут отрицательно сказаться на точности программы и, следовательно, замедлить сходимость программы или достичь определенного порога потерь).

Причина, по которой генетические алгоритмы настолько эффективны, заключается в том, что не существует прямого алгоритма оптимизации, позволяющего получать чрезвычайно разнообразные результаты. Кроме того, они часто предлагают очень интересные решения, которые часто дают ценное понимание проблемы.

Список литературы

1. Бухалто А. Н., Бурый В. И., Буянов А. А., Власов А. И. и др. «Нейрокомпьютеры в системах обработки изображений». Кн. 7. / под общей редакцией Ю. В. Гуляева и А. И. Галушкина. – М.: Радиотехника, 2003. – 192 с: ил. (серия: Нейрокомпьютеры и их применение).
2. Prudencio, R.B.C. *Evolutionary Design of Neural Networks: Application to River Flow Prediction* / R.B.C. Prudencio, T.B. Ludemir // *Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence and Applications*.-2001.- p. 56–66.
3. Carpenter G.A., Grossberg S. *Normal and amnesia learning, recognition, and memory by a neural model of corticohippocampal interactions*. *Trends in Neurosci.*, 16, pp. 131-137, 1993.
4. Richard P. Lippmann, *An Introduction to Computing with Neural Nets*, *IEEE Acoustics, Speech, and Signal Processing Magazine*, April 1987.

UDC 621.3:658.512.2:004.021

NEURAL NETWORK TRAINING USING GENETIC ALGORITHM FOR SOLVING THE PROBLEM OF RECOGNITION OF DEFECTS IN PRINTED CIRCUIT BOARDS

Ivanov D.V.

Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev - KAI, Kazan, Russian Federation

Suzdaltsev I.V. – senior lecturer of the department of CAD

Annotation. In this paper, we consider the application of a genetic algorithm for training a neural network in the problem of recognizing defects in printed circuit boards. It is shown that the use of a genetic algorithm at the stage of training a neural network makes it possible to increase the speed of data processing and eliminate the disadvantages of the backpropagation method.

Keywords: neural network, genetic algorithm, PCB defect recognition.

УДК 621.3.049.77–048.24:537.2

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К АВТОМАТИЧЕСКОМУ РАСПОЗНАВАНИЮ РЕЧИ

Ерёмченко Т.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Пискун Г.А. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. В настоящее время набирают популярность различные устройства с системами функцией распознавания речи, т.е. преобразования звукового сигнала в текст. Рассмотрены основные задачи, решаемые в процессе таких преобразований. Также выделены наиболее актуальные на сегодняшний день подходы к решению задач на этапах распознавания речи.

Ключевые слова: распознавание речи, акустическая модель, языковые модели, декодирование

Введение. Распознавание речи на данный момент используется не только в мобильных гаджетах и десктопах, но и в различных средствах бытовой техники. Возможность передавать данные на гаджет, используя голос, делает взаимодействие с любым устройством более быстрым и доступным. На сегодняшний день данной функцией снабжается огромное количество устройств, и число таких устройств только увеличивается.

Возможность набора текстового сообщения при помощи процесса распознавания речи на телефон, компьютер или любой другой гаджет, в котором встроен микрофон, дает возможность комфортного использования устройств прежде всего людьми с ограниченными возможностями, однако данная функция может быть полезна каждому человеку.

Для распознавания речи используются различные методы и алгоритмы обработки речевого сигнала. Основной задачей, перевода голоса человека в текст на гаджете или же простого распознавания слов и фраз, является перевод поступающего в микрофон физического сигнала в электрический сигнал, а затем его оцифровка при помощи аналого-цифрового преобразователя. Наиболее сложным моментом в распознавании речи является интонация произнесения слов, людьми различного возраста и наличие постороннего шума, а также то, что акустические модели различны для разных языков.

Основная часть. При аналогово-цифровом преобразовании могут быть использованы различные модели и подходы. Наиболее популярные на данный момент модели для распознавания речи на звуковом уровне – акустические модели.

Акустическая модель — это функция, принимающая на вход небольшой участок акустического сигнала (кадр) и выдающая распределение вероятностей различных фонем – атомарных единиц речи – на этом кадре. Данные модели разбивают входящую человеческую речь на определенные временные промежутки и дают предопределение звука на каждом таком промежутке (обычно используются промежутки длительностью в 25 мс). Модель предопределяет значение каждой фонемы на каждом промежутке. Такие модели оцифровывают звуки, которые могут быть ассоциируемы с человеческой речью [2].

Таким образом, акустическая модель дает нам возможность по звуку установить, что было произнесено с той или иной степенью уверенности. На данный момент наиболее популярными акустическими моделями распознавания речи являются:

- скрытая марковская модель;
- принцип максимальной энтропии;
- условные случайные поля;
- нейронные сети [3].

Самой популярной и наиболее часто используемой является скрытая марковская модель. Марковские модели – это статистические модели, которые используются для прогнозирования следующего состояния на основе текущих скрытых или наблюдаемых состояний. Марковская

модель – это акустическая модель, в которой каждое состояние имеет соответствующую вероятность оказаться в любом другом состоянии после каждого шага. Марковские модели могут быть использованы для моделирования реальных проблем, в которых задействованы скрытые и наблюдаемые состояния. Марковские модели можно разделить на скрытые и наблюдаемые в зависимости от типа доступной информации, которую можно использовать для принятия прогнозов или решений. Скрытые марковские модели имеют дело со скрытыми переменными, которые нельзя наблюдать непосредственно, а только выводить из других наблюдений, тогда как в наблюдаемой модели, также называемой цепью Маркова, скрытые переменные не задействованы. Распознавание устной речи имеет много неопределенных моментов и характеристик, в связи с этим целесообразнее использовать именно скрытые марковские модели.

Для осуществления распознавания на основе скрытых моделей Маркова необходимо построить кодовую книгу, содержащую множество эталонных наборов для характерных признаков речи (например, коэффициентов линейного предсказания, распределения энергии по частотам и т.д.). Для этого записываются эталонные речевые фрагменты, разбиваются на элементарные составляющие (отрезки речи, в течении которых можно считать параметры речевого сигнала постоянными) и для каждого из них вычисляются значения характерных признаков. Одной элементарной составляющей будет соответствовать один набор признаков из множества наборов признаков словаря.

При распознавании с использованием скрытых моделей Маркова мы разбиваем речь на отрезки, для каждого вычисляем набор номеров кодовой страницы и применяем алгоритм прямого или обратного хода для вычисления вероятности соответствия данного звукового фрагмента определенному слову словаря. Если вероятность превышает некоторое пороговое значение - слово считается распознанным. [1].

Особое место в задаче распознавания речи занимают методы, основанные на нейросетевой технологии. В этих методах результат распознавания является продуктом функционирования нейронной сети определенного вида и топологии. Нейронные сети представляют собой множество связанных между собой элементарных процессоров (нейроподобных элементов), каждый из которых выполняет относительно простые функции. Важнейшей отличительной особенностью нейросетевого метода является возможность параллельной обработки. Данная особенность при большом количестве межнейронных связей дает возможность достигнуть значительного ускорения процесса обработки данных. Во многих случаях появляется возможность обработки речевых сигналов в реальном времени. Еще один важный плюс в нейросетевом методе – это обобщение полученных знаний. Нейронная сеть обладает качествами, которые свойственны так называемому искусственному интеллекту.

В результате процесса обучения нейронная сеть способна выявлять сложные зависимости между входными и выходными данными. При обобщении информации сеть позволит вернуть верный результат на основании неполных или искаженных данных. При большом количестве соединений между нейронами сеть приобретает устойчивость к ошибкам, возникающим на некоторых линиях. Работу поврежденных связей берут на себя исправные линии, в результате чего работа сети не претерпевает существенных изменений. Исходя из этих характеристик метода, можно предположить, что нейронные сети являются достаточно эффективным решением проблемы распознавания речи [4].

Важной частью распознавания речи также являются языковые модели. Они используются для того, чтобы система могла определить наиболее вероятную последовательность слов. Здесь в самом простом случае требуется предсказать следующее слово по известным предыдущим словам. В традиционных системах применялись модели типа N-грамм, в которых на основе большого количества текстов оценивались распределения вероятности появления слова в зависимости от N предшествующих слов. Внедрение языковой модели в систему распознавания речи позволило значительно повысить качество распознавания за счет учета контекста. Языковая модель, берет свое начало в области

обработки естественного языка. Основная цель языкового моделирования состоит в том, чтобы, учитывая последовательность слов, предсказать следующее слово в последовательности. Обычно языковое моделирование выполняется на уровне слов, но оно также может быть выполнено на уровне символов, что полезно в определенных ситуациях, например, для языков, которые в большей степени основаны на символах (китайский, японский и т.п.).

При распознавании слитной речи использование даже самых простых моделей приводит к серьезным проблемам, связанным с быстродействием и памятью систем. Как результат, эта задача выносится в отдельный модуль системы автоматического распознавания речи, называемый декодером. Декодер должен определять наиболее грамматически вероятную гипотезу для неизвестного высказывания – то есть определять наиболее вероятный путь по сети распознавания, состоящей из моделей слов (которые, в свою очередь, формируются из моделей отдельных фонов).

Декодирование речи – термин для того, что происходит, когда система представлена новым высказыванием и должна вычислять наиболее вероятное исходное предложение – вероятно, будет использовать алгоритм Витерби для поиска наилучшего пути. Алгоритм Витерби – это особый, но наиболее широко используемый алгоритм динамического программирования. Используя динамическое программирование, можно решить задачу о кратчайшем пути в любом графе. Предлагается алгоритм Витерби для решения специальной задачи о графе-кратчайшем пути ориентированного графа ограждающей сети (Решетки). Поэтому именно алгоритм Витерби чаще всего используется для декодирования при распознавании речи, а также в процессе машинного перевода, в современной цифровой связи и т.д.

Заключение. Работа системы автоматического распознавания речи сводится к определению наиболее вероятной последовательности слов, соответствующих содержанию речевого сигнала. Наиболее вероятный кандидат должен определяться с учетом как акустической, так и лингвистической информации.

Таким образом, основными этапами распознавания речи, для наиболее четкой её передачи на устройства, являются акустическая и языковая модель, а также декодирование.

Список использованных источников

1. *Hidden Markov models* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vitalflux.com/hidden-markov-models-concepts-explained-with-examples/> – Дата доступа: 04.01.2022.
2. *Классификация систем распознавания речи*, Федосин С.А., Еремин А. Ю. –2009, с. 5
3. *Speech recognition transcription models* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rev.com/blog/guide-to-speech-recognition-transcription-models> – Дата доступа: 04.01.2022.
4. *Нейросетевые методы распознавания речи* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.gramota.net/articles/issn_1993-5552_2014_3_14. – Дата доступа: 04.01.2022.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

MODERN APPROACHES TO AUTOMATIC SPEECH RECOGNITION

Yaromenka T.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Piskun G.A. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation Nowadays various devices with speech recognition systems are gaining popularity (i.e. converting an audio signal into text). The main tasks that are solved in the process of such transformations are considered in this article. The most relevant approaches to solving problems at the stages of speech recognition are also highlighted.

Keywords. speech recognition, acoustic model, language models, decoding

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ ПРИЕМНО-СДАТОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Шульгин К.В. Бакулева М.А.

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина,
г. Рязань, Россия

Научный руководитель: Бакулева М.А. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры САПР ВС, РГРТУ

Аннотация. В статье представлена математическая модель и алгоритм автоматизации составления расписания приемно-сдаточных испытаний. Модель основана на теории трансверсалей. Предложен алгоритм проверки условия трансверсалей, а также реализован подход учета приоритетов при построении универсальной трансверсали.

Ключевые слова: приемно-сдаточные испытания, система различных представителей (трансверсаль), теория расписаний, теорема Холла.

Введение. Одним из важнейших этапов в жизненном цикле программных продуктов является тестирование.

Тестирование – процесс, подтверждающий правильность программы и демонстрирующий, что ошибок в программе нет. Тестирование бывает разных видов и в зависимости от особенностей проекта то или иное тестирование может отсутствовать. Но перед вводом в эксплуатацию, программное обеспечение обязательно должно пройти приемно-сдаточные испытания.

Приемо-сдаточные испытания (ПСИ) – это испытание, направленное на подтверждение возможности использования разработанного решения, его безопасности, надёжности, корректном функционировании, а также проверка других характеристик, описанных в требованиях к продукту.

В статье приводится математическая модель и алгоритм автоматизации составления расписания приемно-сдаточных расписаний. Разработанный на их основе программный модуль должен выполнять автоматическое формирование приемочной команды и определение тестового стенда в условиях возможных изменений в расписании участников. Полученное расписание будет являться максимально оптимальным с точки зрения ресурсов, времени сотрудников, и если придерживаться этого графика, то будет достигнуто наиболее эффективное проведение ПСИ.

Основная часть. Трансверсаль (система различных представителей) задается следующим образом: пусть S – конечное множество из m элементов, $|S| = m$;

$P = (S_1, S_2, \dots, S_m)$ – множество всех его подмножеств, причем множества могут пересекаться или даже совпадать. Тогда трансверсалью (или системой различных представителей) для совокупности множеств P называют множество такое, что для каждого числа i элемент t_i принадлежит множеству S_i , при этом при различных i и j элементы t_i и t_j также различны. Иначе говоря, трансверсаль состоит из m различных представителей m множеств.

Если множество появляется несколько раз, то всякий раз оно должно иметь представителя, отличного от всех других.

Следует отметить, что трансверсаль существует не для всех совокупностей множеств. Необходимое условие существования трансверсали доказал математик Филип Холл в теореме о свадьбах в 1935 году. Рассмотрим пример:

Пусть есть пять множеств:

$$S1 = \{3, 4, 5\}$$

$$S2 = \{3, 4, 6\}$$

$$S3 = \{3, 4, 8\}$$

$$S4 = \{5, 6, 7, 8\}$$

$$S5 = \{5, 6, 7, 8\}$$

Выбрать различных представителей множеств в этом случае не составит труда. Одним из вариантов может быть: $S1=3, S2=4, S3=8, S4=5, S5=6$. Но если же взять множества: $S1 = \{8, 9\}, S2 = \{8, 9\}, S3 = \{8, 9\}, S4 = \{5, 6, 7, 8\}, S5 = \{5, 6, 7, 8\}$, то окажется, что построить трансверсаль невозможно, так как нельзя выбрать трех разных представителей множеств $S1, S2, S3$, которые содержат всего два различных числа.

Алгоритм построения расписания основан на математической модели нахождения общей трансверсали. Из считанных данных, которые объединяются во множества, составляется расписание.

Так как расписание основано на более чем двух параметрах (команда, стенд, представитель безопасности, представитель заказчика), то процесс генерации расписания подразумевает построение нескольких промежуточных трансверсалей, объединенных в одну.

Шаг 1. Формируем множество временных интервалов $\tau_i, i = \overline{1, r}, i = 0$.

Шаг 2. Формируем множество команд A^i при условии, что имеется связь с t и не содержится в множестве трансверсалей TR . Множество упорядочивается по приоритету p .

Шаг 3. Для каждой команды α_j^i находится множество представителей безопасности $B_{\alpha_j^i}^i$ такое, что имеется связь с командой и имеется связь со временем t . Множество $B_{\alpha_j^i}^i$ упорядочивается по коэффициенту востребованности ki .

Шаг 4. Для каждой команды α_j^i находится множество стендов $\Phi_{\alpha_j^i}^i$ такое, что имеется связь с командой и имеется связь со временем t . Множество $\Phi_{\alpha_j^i}^i$ упорядочивается по коэффициенту востребованности ki .

Шаг 5. Для каждой команды α_j^i находится множество представителей заказчиков $Y_{\alpha_j^i}^i$ такое, что имеется связь с командой и имеется связь со временем t . Множество $Y_{\alpha_j^i}^i$ упорядочивается по коэффициенту востребованности ki .

Шаг 6. Нахождение трансверсали $TR_{A^i\Phi^i} \cdot A^i / \overline{TR_{A^i\Phi^i}}$ (Команды для которых не удалось построить трансверсаль) удаляются из текущей итерации.

Шаг 7. Нахождение общей трансверсали между $TR_{A^iB^i} \cdot A^i / \overline{TR_{A^iB^i}}$ удаляются из текущей итерации.

Шаг 8. Нахождение общей трансверсали между $TR_{A^iY^i} \cdot A^i / \overline{TR_{A^iY^i}}$ удаляются из текущей итерации.

Шаг 9. Формирование частичной общей трансверсали $TR^i = TR_{A^i\Phi^i} \cup TR_{A^iB^i} \cup TR_{A^iY^i}$.

Новая итерация $i = i + 1$

Объединение промежуточных результатов

$$TR = TR^1 \cup TR^2 \cup \dots \cup TR^i$$

На основе представленного алгоритма разработан программный модуль. Структура программы в виде диаграммы классов представлена на рисунке (рисунок 1).

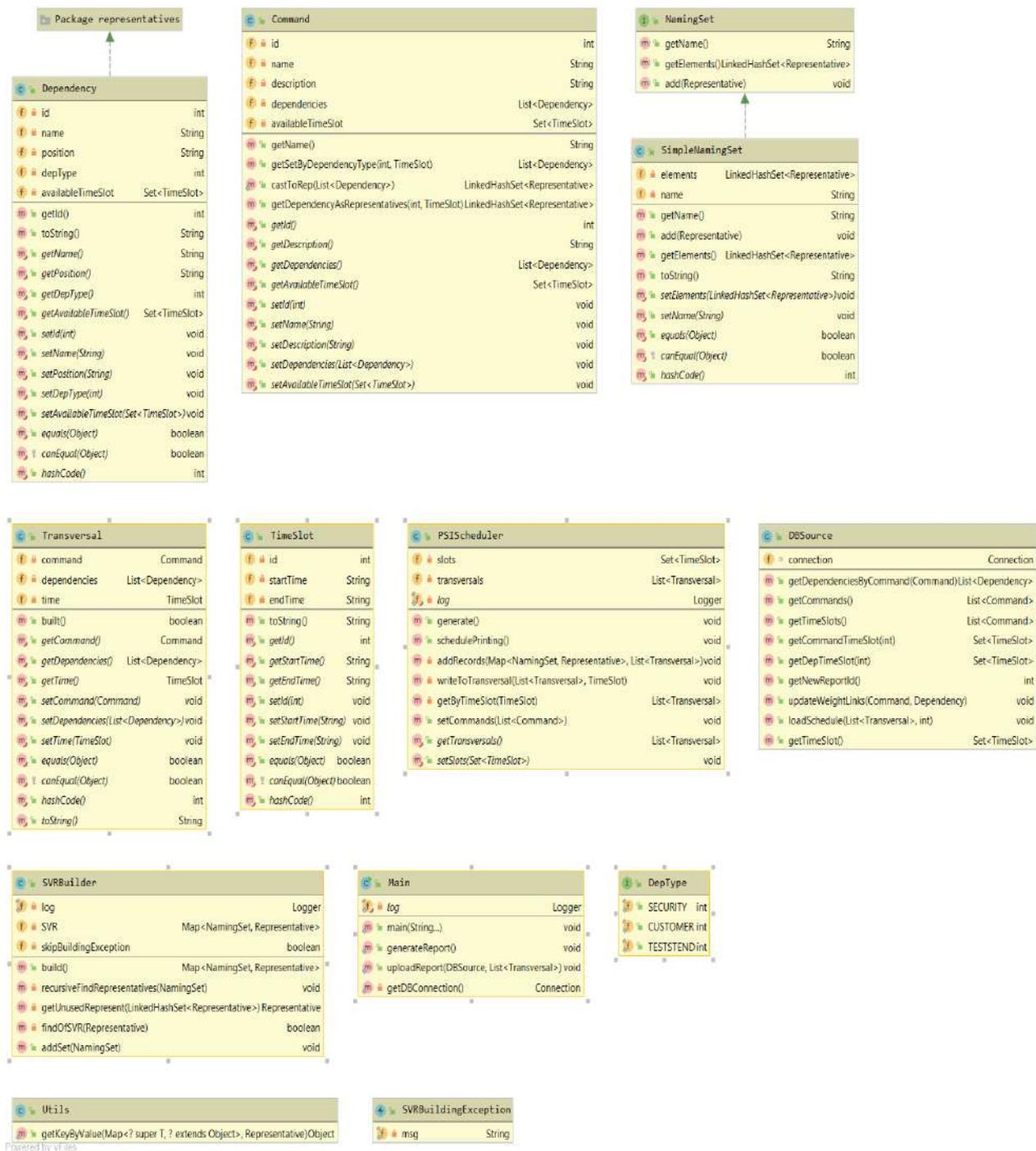


Рисунок 1– Диаграмма классов

Заключение. Разработка расписания ПСИ, которое удовлетворяло бы всем требованиям участников данного процесса, является сложной многомерной задачей. Обычно существует множество дополнительных условий, которые обязательно надо учитывать. Одним из таких условий является ограниченность одного или нескольких ресурсов и, как следствие, конфликт (пересечения во времени и пространстве) между участниками за его использование. Так, например, для проведения приемо-сдаточных испытаний двум командам нужен один и тот же тестовый стенд, но использовать одновременно они его не могут. Конфликтов при составлении расписания, может быть, множество и возникает необходимость автоматизированного подхода к составлению расписаний, что позволит не только учитывать многокритериальность, но и исключить человеческий фактор в расстановке приоритетов.

Список литературы

1. Дискретный анализ часть 1. Журавлев Ю.И., Флеров Ю.А. МФТИ, 1999
2. Комбинаторика Холл М. Мир. Москва, 1970
3. Бакулев А.В., Бакулева М.А., Авилкина С.В. Новые информационные технологии в формировании единого информационного пространства при изучении теории графов // Научно-практический журнал: Экономика, статистика и информатика, Вестник УМО. 2013. №4, С. 3-6.
4. Aleksandr Bakulev, Marina Bakuleva, Sergei Skvortsov, Maksim Kozlov, Tatiana Pyurova, Vladimir Hrukin. Modern approaches to the development parallel programs for modern multicore processors.. Proceedings of 6th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), Bar, Montenegro, 2017, pp.38-4
5. Bakulev A.V. Models and algorithms for organizing mobile parallel computing environment for multi-core processors. Dissertation for the degree of candidate of technical sciences. Ryazan RSREU, 2010. 177 p.
6. Bakulev A.V. Synthesis algorithm for parallel implementation of a sequence of programs for computing systems based on multi-core processors // Bulletin of the Ryazan State Radio Engineering University. 2009. № 30. Pp. 43-49.
7. Bakulev A.V., Bakuleva M.A., Avilkina S.B. Mathematical methods and algorithms of mobile parallel computing on the base of multi-core processors // European researcher. 2012. V. 33. № 11-1. P. 1826-1834.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

DEVELOPMENT OF A SOFTWARE MODULE FOR AUTOMATED SCHEDULING OF ACCEPTANCE TESTS

Shulgin K.V., Bakuleva M.A

Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin, Ryazan, Russia

Bakuleva M.A. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of CAD

Annotation. The article presents a mathematical model and an algorithm of automating the scheduling process. The article provides a mathematical model that formalizes the main objects in this field of research, as well as displays the processes and logic of interaction of these objects. A set theory apparatus is proposed as a mathematical apparatus, in particular, a system of various representatives (transversal) is used to describe the target object.

Keywords: automation of scheduling, a system of different representatives (transversals), Hall theorem.

НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ МНОГОЛЕПЕСТКОВЫХ ДИАГРАММ НАПРАВЛЕННОСТИ ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ.

Ахмад Али.

*Московский Технический Университет Связи и Информатики,
Москва, Россия*

Научный руководитель: Николаев А.В. – д-р техн. наук, доцент, заведующий кафедрой ТЭДиА, Москва, Россия

Аннотация. Для синтеза многолепестковой диаграммы направленности фазированной антенной решетки предлагается использовать глубокую нейронную сеть (ГНС). В такой ГНС комплексные диаграммы направленности являются обучающими выборками и подаются на вход сверточной нейронной сети в виде изображений для разделения их на два класса (многонаправленные, не многонаправленные), затем нейронная сеть обучается классифицировать эти диаграммы и тестировать другие диаграммы после глубокого нейросетевого анализа. Для обучения ГНС получено 2 097 152 выборки диаграмм направленности для лабораторной ФАР 1×8 перекрестной поляризации, полученных путем изменения фаз отдельных элементов антенны.

Ключевые слова: фазированная антенная решетка, глубокое машинное обучение, сверточная нейронная сеть, диаграммы направленности на прием и передачу, синтез многолепестковой диаграммы направленности.

Введение. Положение главного лепестка диаграммы направленности (ДН) фазированной антенной решетки (ФАР) можно регулировать, изменяя относительные фазы тока, присутствующего в каждой отдельной антенне. В этом преимущество электронной сканирующей ФАР. Реализация же всенаправленных антенн на мобильных платформах является практической проблемой [1].

В последнее время глубокое обучение (ГО) применяется в различных областях исследований, в том числе в прикладных задачах электродинамики. В области антенных решеток методы искусственного интеллекта используются для создания нескольких диаграмм направленности и уменьшения влияния боковых лепестков [2]–[3]. Например, для диагностики отказа элементов ФАР используется свёрточная нейронная сеть (СНС) совместно с входной ДН. Когда элементы антенны выходят из строя в ФАР, ДН изменяется, а ГНС распознает отказ.

Основной принцип управления ГНС при формировании многолепестковой ДН ФАР состоит в том, чтобы ГНС определяла амплитуду и фазу токов, возбуждающих отдельные элементы антенны, в ответ на совокупность электромагнитных полей, пришедших на раскрыт антенны от известных ей источников.

Предлагаемая нейросетевая технология также может быть непосредственно применена для определения амплитуды и фазы для различных диаграмм направленности после того, как они будут проанализированы с помощью ГНС.

Фазированная антенная решетка. Традиционно ФАР представляет собой набор отдельных антенных элементов, собранных вместе таким образом, что диаграмма ДН каждого элемента конструктивно сочетается с соседними, образуя её главный лепесток в требуемом направлении излучения радиоволны. Она предназначена для максимального увеличения электромагнитной энергии, излучаемой в главном лепестке, за счет определенного амплитудного распределения токов в пределах апертуры антенны. Одновременно решается задача снижения уровня энергии, излучаемой в боковых лепестках. Каждый антенный элемент в решетке имеет независимую настройку амплитуды и фазы для формирования желаемой диаграммы направленности и излучения энергии электромагнитного поля в требуемом направлении (рисунок 1) [4].

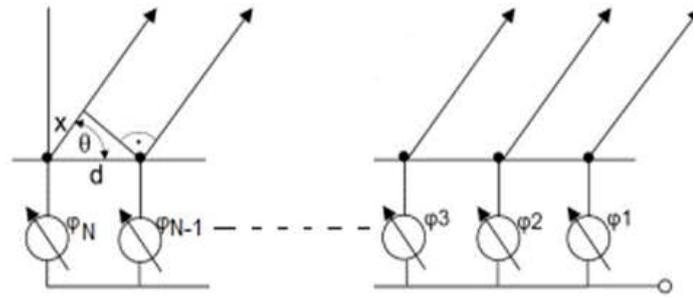


Рисунок 1 – Принципиальная схема фазированного луча линейной антенной решетки.

Сдвиг фазы (φ) между двумя последовательными элементами постоянен и называется приращением фазы (рисунок 1):

$$\frac{2\pi}{\varphi} = \frac{\lambda}{x} \rightarrow \varphi = \frac{2\pi x}{\lambda}, \quad x = d \cos(\theta) \rightarrow \varphi = \frac{2\pi d \cos(\theta)}{\lambda} \quad (1)$$

где d – расстояние между элементами (шаг решетки), θ – угол между плоскостью антенны и направлением излучения.

Диаграмма направленности фазированной антенной решетки. Методы расчета антенн построены для режима передачи сигнала, используя принцип взаимности, эти же ДН применяется для приемного режима работы антенн. То есть площади их вертикальной и горизонтальной проекций также равны для соблюдения закона сохранения энергии в радиоимпульсе при одновременном направлении сигналов по нескольким лучам ДН ФАР.

Как показано на рисунке 2, множитель решетки задаётся следующим соотношением:

$$S(\theta, \varphi, A_n, \delta_n) = \sum_{n=1}^M A_n e^{[inkd(\cos \theta \cos \theta_a + \sin \theta \sin \theta_a \cos(\varphi - \varphi_a) + i\delta_n)]}, \quad (2)$$

где A_n и δ_n – амплитуда и фаза текущего возбуждения n -го элемента решётки;

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \text{ – волновое число;}$$

λ – длина волны;

θ, φ – угловые координаты интересующего направления и θ_a, φ_a – угловые координаты оси антенны [5].

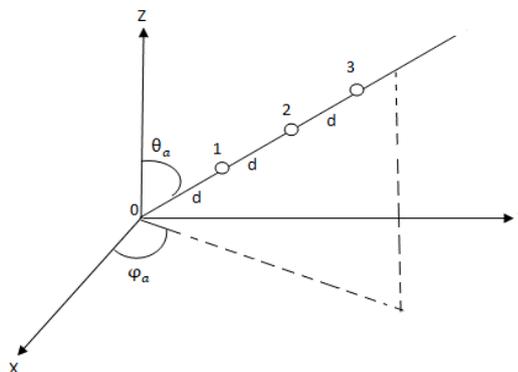


Рисунок 2 – Геометрическая интерпретация линейной антенной решетки (0, 1, 2, 3 – положение отдельного элемента антенны).

ДН ФАР получается путём умножения множителя решетки на диаграмму направленности (ДН) отдельного элемента антенной решетки [6].

Для формирования одного главного лепестка амплитуды всегда равны 1 при разных значениях фазовых углов. Если требуется сформировать несколько главных лепестков,

значения амплитуд и фаз будут меняться с помощью ГНС (рисунок 3).

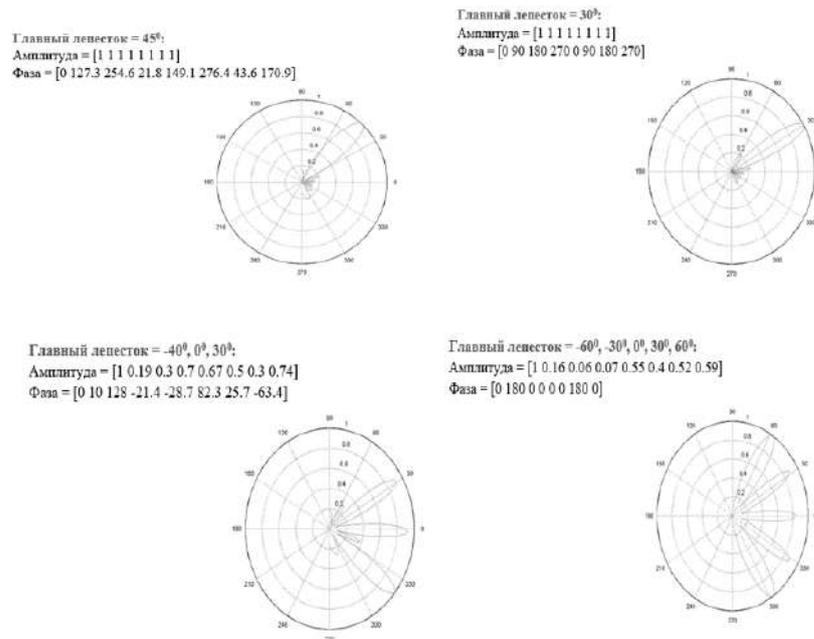


Рисунок 3 – ДН ФАР.

Анализ известных типов антенных систем. К известным типам антенн следует отнести (Рисунок 4): переключаемые лучевые антенны (*Switched Beam Antennas*); фазированные решетки (*Phased Arrays*); адаптивные антенные решетки (*Adaptive Antenna Arrays*).

В переключаемой лучевой антенне (*Switched Beam Antennas*) (1) система управления антенной помещает требуемый сигнал в главный лепесток, но не помещает сигналы помехи в нулевые точки, то есть не полностью устраняет помехи.

Для диаграммы фазированной решетки (*Phased Arrays*) (2), система размещает мешающие сигналы на боковых лепестках, и главный лепесток перемещается по мере движения пользователя, поэтому эта система лучше, чем система с переключаемым лучом.

В адаптивной антенной решетке (*Adaptive Antenna Arrays*) (3) система управления имеет возможность всегда формировать главный лепесток и одновременно размещает сигналы помех в нулевых точках, что есть полностью устраняет помехи и, следовательно, требуемый сигнал не проходит периоды затухания, когда пользователь перемещается [7].

Достоинством этих систем заключается в том, что они могут управлять и изменять свою диаграмму направленности, чтобы максимизировать *SNR* или уменьшить помехи.

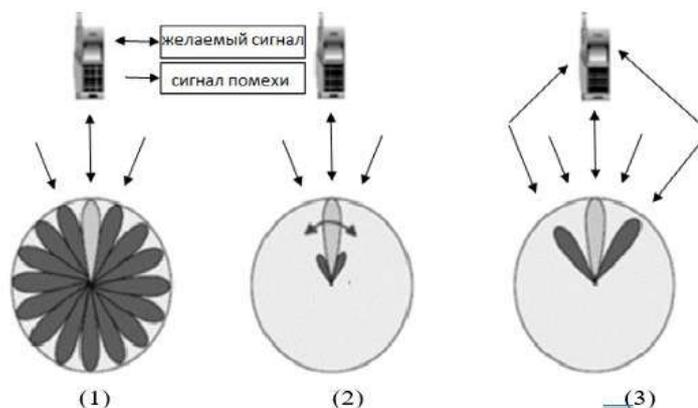


Рисунок 4 – Типы антенных систем.

сигнал (по определенному правилу) из совокупности входных сигналов (рисунок 5а). То есть основная последовательность действий одного нейрона:

- прием сигналов от предыдущих элементов сети.
- комбинирование входных сигналов.
- вычисление выходного сигнала.
- передача выходного сигнала следующим элементам нейронной сети.

Как показано на рисунке 5б., Первый слой нейросети называется входным. Каждый узел этого слоя получает на вход какую-либо информацию и передает ее на последующие узлы в других слоях. Последний узел цепочки выводит результат работы нейросети [8].

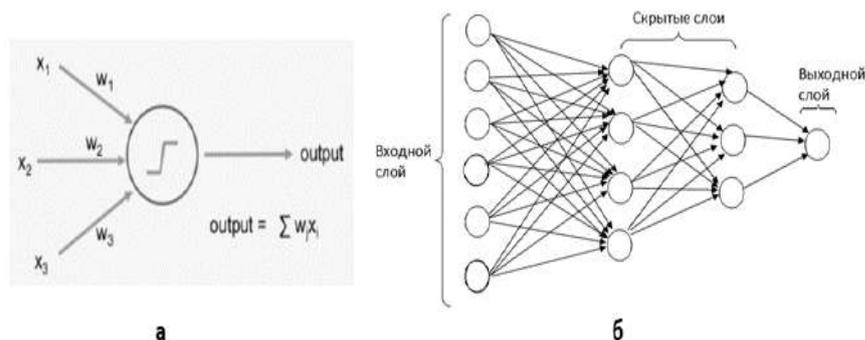


Рисунок 5 – а) Нейрон. б) Искусственная нейронная сеть.

Лабораторный стенд ФАР. На рисунке 6 показана ФАР в лаборатории кафедры «Техническая электродинамика и антенны», состоящая из 8 элементов, расположенных горизонтально, расстояние между каждыми двумя элементами $a = 0.19$ м. Для получения наилучшей диаграммы направленности при $a = 0,5\lambda$ ($\lambda = 0.38$ м) выбрана частота $f = c/\lambda = 800$ МГц.

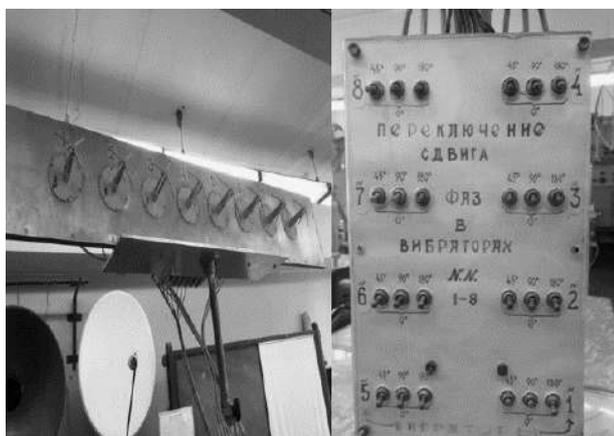


Рисунок.6. Фотография лабораторной ФАР.

В качестве элемента ФАР применяются «турникетные» антенны, которые позволяют принимать круговую поляризацию. Радиочастотный ток от передатчика подается на отдельные элементы антенны, так что энергия отдельных элементов суммируется для увеличения мощности в нужном направлении дальней зоны и подавления излучения в нежелательных направлениях.

Статические элементы, которые не можем возможно изменять в лаборатории:

- количество элементов, $n=8$);
- расстояние между элементами $a = 0,19$ м;
- амплитуда (1 для всех элементов).

К каждому элементу подключен дискретный фазовращатель, как показано на рисунке.

Отметим, что для каждого элемента есть 3 положения для значений фазовых углов (45° , 90° , 180°). Возможные значения фазовых углов для каждого элемента в лаборатории будут: 0° , 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° , 315° , 360° .

База данных диаграмм направленности. Возьмем в качестве примера один из доступных нам в лаборатории случаев, используя *Matlab* (рисунок 7):

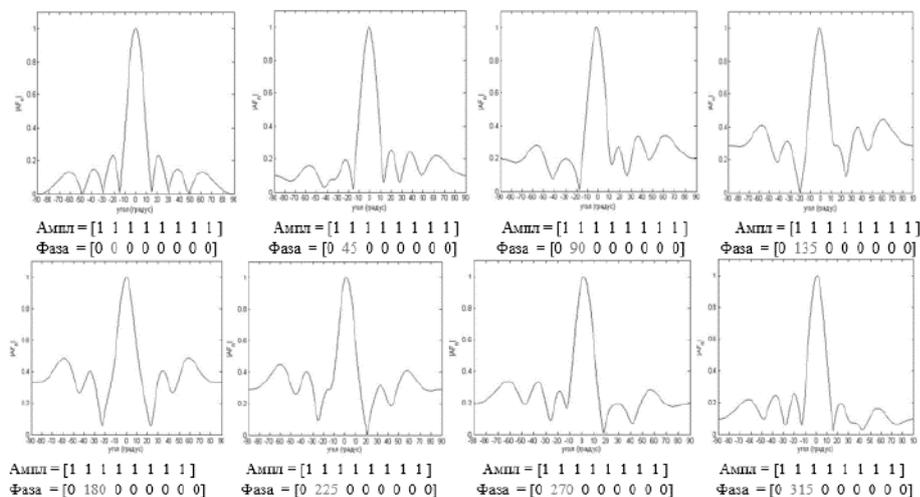


Рисунок 7 – Диаграммы направленности при изменении значения второго элемента ФАР.

Фазированные антенные решетки и многолепестковые диаграммы направленности.

Для реализации формирования диаграммы направленности используется однородная прямоугольная фазированная решетка размером 1×8 антенных элементов.

В [9] показано, что главный лепесток диаграммы направленности по углу места должен иметь достаточную ширину луча, чтобы увеличить направленность антенны и способствовать лучшему разрешению при управлении лучом при наименьших поперечных размерах антенны (рисунок 8).

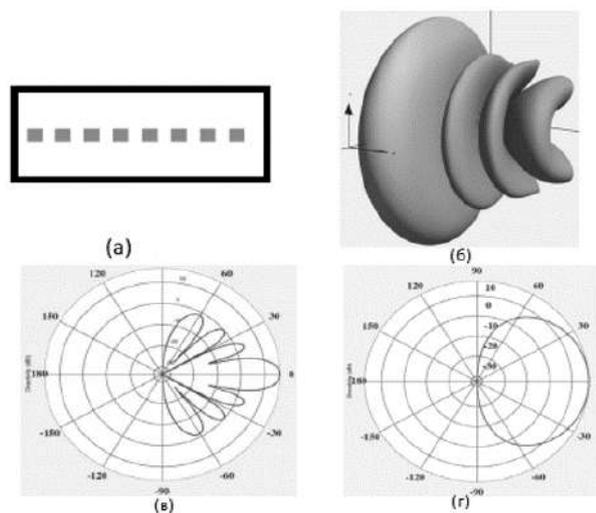


Рисунок 8 – (а) - ФАР 1×8 ; (б) - трехмерная диаграмма направленности; (в) - диаграмма направленности в азимутальной плоскости; (г) - диаграмма направленности в вертикальной плоскости, когда углы поворота установлены равными 0.

Благодаря нашим экспериментам в лаборатории кафедры показано, что можно развить представленный в [9] подход применительно к прикладной задаче синтеза несколько главных лепестков ДН ФАР, изменив только значения фазовых углов в соответствии с возможностями лабораторного стенда (рисунок 9).

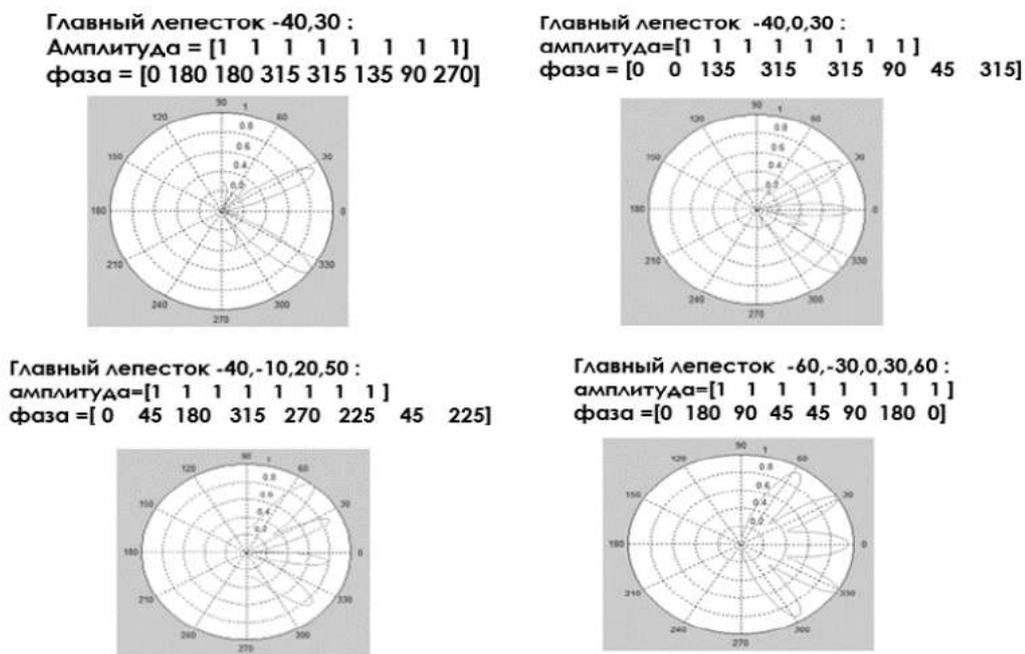


Рисунок 9 – Многолепестковые ДН ФАР.

Конечно, есть и другие значения фазовых углов, через которые можно получить несколько главных лепестков, поэтому экспериментальная работа будет заключаться в том, чтобы перепробовать все возможные значения фазовых углов ФАР и формировать требуемую многолепестковую ДН.

В ходе наших экспериментов мы заметили, что для формирования диаграмм направленности значение фазового угла первого элемента устанавливается равным нулю, а остальные элементы меняют свои значения ($0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 180^\circ, 225^\circ, 270^\circ, 315^\circ$).

Количество диаграмм направленности, которые можно сформировать: $1 \times 8 = 2\,097\,152$

Формируется база данных, содержащая большое количество этих диаграмм направленности, а затем вводятся в нейронную сеть для окончательной классификации на два класса (многолепестковые). затем нейронная сеть обучается классифицировать эти диаграммы и тестировать другие диаграммы после глубокого анализа ГНС.

Это показывает важность нейронных сетей в моделях обучения [10]. по конечным условиям ФАР мы можем с помощью нейронных сетей прогнозировать значения соответствующих фазовых углов при стабильности значений амплитуд для формирования главных многолепестковых диаграмм направленности.

Нейронные сети генерируют необходимые адаптивные формирователи луча с высокой точностью и меньшей вычислительной сложностью (по сравнению с ранее предложенным алгоритмом адаптивного формирования луча).

Заключение. Выходные данные ГНС и выходные данные тестового набора получены путем моделирования. Многолепестковая ДН после ГНС получается с использованием выходных данных. Следовательно, ГНС может сыграть полезную роль для синтеза желаемых диаграмм направленности.

По конечным условиям ФАР в лаборатории мы можем с помощью нейронных сетей прогнозировать значения соответствующих фазовых углов при стабильности значений амплитуд для формирования основных многолепестковых диаграмм направленности.

Наличие интеллектуального управления положением нескольких лучей ДН ФАР, позволяет одновременно осуществлять обзор воздушного пространства, сопровождение нескольких беспилотных летательных аппаратов и получение от них, например, информации

о параметрах атмосферы.

В будущем возможности методологии на основе ГНС могут быть расширены для антенн ММО.

Список литературы.

1. Gernot Hueber, Ali M. Niknejad. millimeter-wave circuits for 5g and radar. Cambridge University Press. Jun 20, 2019.
2. Hilal M. El Misilmani, Tarek Naous. machine learning in antenna design: an overview on machine learning concept and algorithms. Beirut Arab University. –2019. ResearchGate 10.1109/HPCS48598. – С. 600-607.
3. Danilo Erricolo, Pai-Yen Chen, Anastasiia Rozhkova, Elahehsadat Torabi, Hakan Bagci, Atif Shamim, Xianglian Zhang. machine learning in electromagnetics: a review and some perspectives for future research. –2019. IEEE 978-1-7281-0563-5, 978-1-7281-0562-8, 978-1-7281-0564-2. – С. 1377-1380.
4. J. Haring, N. Majer, R. Hronec. Directional Pattern Analysis Of A Linear Phased Antenna Arrays. –2008. Advances in Electrical and Electronic Engineering 7(1 - 2). – С. 74-77.
5. Theodoros N. Kapetanakis, Ioannis Vardiambasis, George Liodakis, Melina Ioannidou. smart antenna design using neural networks. – 2013. Antenna Problems and Soft Computing Techniques. – С. 130-135.
6. А. Али, А. В. Николаев, П. А. Тутовец. Нейронная сеть для восьмиеlementной фазированной антенной решетки. Телекоммуникации и информационные технологии. –2021. – Т. 8. – № 2. – С. 5-13.
7. Ayodele S. Oluwole and Viranjay M. Srivastava. Features and Futures of Smart Antennas for Wireless Communications: A Technical Review. –2018. Journal of Engineering Science and Technology Review. – С. 8-24.
8. Ф.М. ГАФАРОВ, А.Ф. ГАЛИМЯНОВ. Искусственные нейронные сети и приложения. –2018. учеб пособие УДК 004.032.26. – С. 1-121.
9. Yiming Huo, Xiaodai Dong. Millimeter-Wave for Unmanned Aerial Vehicles Networks. –2018. 5G and Beyond System and Hardware Prototyping. – С. 1-8.
10. Автоматизация обработки информации в интеллектуальной системе морского мониторинга / В. А. Пятакович, А. В. Николаев, Е. А. Костиков, О. В. Хотинский // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2020. – № 4. – С. 72-79.

UDC 004.8

NEURAL NETWORKS FOR FORMING MULTIPLE DIRECTION PATTERNS OF A PHASED ANTENNA ARRAY

Ahmad Ali

Moscow Technical University of Communication and Informatics, PhD student Department of Technical Electrodynamics and Antennas (TEDaA), Moscow, Russia.

Nikolaev A.V. – Dr Tech. Sc., Associate Professor, Head of the Department of TEDaA, Moscow, Russia

Annotation. To synthesize a multi-lobe antenna pattern, it is proposed to use a deep neural network (DNN). directional diagrams are fed to the input of a convolutional neural network in the form of images to classify the output into two classes (multidirectional, not multidirectional), then the neural network is trained to classify these diagrams and test other diagrams after deep analysis. 2,097,152 forms of radiation patterns for laboratory PAA 1×8 cross-polarization obtained by changing the phases of the antenna elements were obtained for training the DNN.

Keywords: Phased array antenna, deep machine learning, convolutional neural network, receiving and transmitting patterns, multi-beam pattern synthesis.

УДК 004.052.2

РАЗРАБОТКА ПЛАТФОРМЫ ТЕСТИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЁННЫХ СИСТЕМ*Коротков И.С.**Пермский государственный национальный исследовательский университет,
г. Пермь, Российская Федерация**Научный руководитель: Постаногов И.С. – старший преподаватель кафедры МОВС*

Аннотация. Разработана платформа тестирования распределенных систем, обладающая относительной простотой в использовании, низкой ценой эксплуатации и удобством использования при тестировании по принципу черного ящика. Разработанная платформа внедрена в учебный процесс и была использована для тестирования лабораторных работ студентов по курсу разработки распределенных систем.

Ключевые слова: распределенные системы, тестирование ПО, отказоустойчивость систем

Введение. Распределенные системы отличаются от традиционных систем тем, что их компоненты распределены по нескольким узлам сети и вынуждены общаться между собой по сети [1]. Сеть может быть нестабильной, имеет относительно большую задержку при передаче сообщений и ограниченную пропускную способность. Помимо этого, при сетевом взаимодействии на работу системы может повлиять изменение топологии сети, а также временная недоступность отдельных компонентов. Если не учитывать эти особенности еще во время проектирования распределенной системы, то она потребует большого количества исправлений и доработок и получится более сложной, чем могла бы [2].

Для того, чтобы убедиться в корректной работе распределенной системы в реальных условиях, её необходимо интенсивно тестировать. Причём тестирование требуется не только в промышленной разработке, но и при обучении студентов созданию распределенных систем в рамках образовательных курсов.

Инструмент, который мог бы помочь с тестированием в учебном процессе, должен быть дешёвым или бесплатным в использовании в некоммерческих целях, а также простым в настройке и применении при тестировании по принципу черного ящика (т. е. без настройки под каждую конкретную тестируемую систему). При этом необходимо, чтобы он поддерживал эмуляцию широкого спектра неисправностей, чтобы его применения было достаточно для всестороннего тестирования распределенной системы.

Рассмотренные нами решения либо обеспечивают широкий спектр функций, но являются сложными в использовании (*Jepsen, Fallout*), либо обеспечивают простоту настройки и эксплуатации, жертвуя при этом значительной частью функций (*Toxiproxy, Muxy*). Единственный инструмент, обладающий достаточным набором функций и низким порогом входа – *Gremlin* – является коммерческим и достаточно дорогим инструментом, который может позволить себе не каждая организация.

В связи с этим принято решение спроектировать и реализовать собственную платформу для тестирования, наиболее хорошо подходящую под наши требования.

Требования и технологии. При проектировании платформы к ней были предъявлены следующие требования:

– простота развертывания – разработанная платформа должна иметь настолько мало требований к окружению, насколько это возможно; она должна предоставлять наиболее простой способ развертывания, в котором возникновение случайной ошибки из-за особенностей окружения или ошибки пользователя будет сведено к минимуму;

– низкий порог входа при использовании – разработанная платформа должна обеспечивать наименьший возможный порог входа, позволяющий использовать ее без предварительного чтения документации или просмотра обучающих материалов;

– простота анализа результатов теста – разработанная платформа должна предоставлять результаты тестирования системы в едином месте в простом и понятном виде;

- поддержка широкого круга доступных для эмуляции неисправностей – сетевые неисправности (задержка, потеря и повреждение пакетов); неисправности, связанные с нехваткой вычислительных ресурсов (нехватка процессорного времени, ОЗУ, места на диске, истощение I/O);

- возможность тестирования распределенных систем по принципу черного ящика, т. е. без необходимости настройки платформы под каждую конкретную тестируемую систему и используемый ей набор технологий и протоколов коммуникации.

Помимо удовлетворения вышеприведенных требований, необходимо также написать руководство по использованию разработанной платформы, а также реализовать распределенную систему для использования её в качестве примера для тестирования в написанном руководстве.

В качестве платформы для запуска разработанной платформы используется *Kubernetes*, т. к. *Kubernetes* позволяет запускать распределенные системы с помощью простой и выразительной конфигурации, а также предоставляет возможность не привязываться к конкретным вычислительным узлам при проектировании и запуске распределенной системы, которая должна работать корректно даже при изменении топологии компьютерной сети (в том числе добавлении новых или удалении существующих вычислительных узлов). Кроме того, есть множество сервисов, позволяющих создать и использовать кластер *Kubernetes* в облаке, что позволяет пользователям работать с разработанной платформой даже при отсутствии у них достаточно производительного компьютера.

Проектирование и реализация. Разработана

Разработанная платформа состоит из 4 компонентов:

- *scheduler* (планировщик тестов) отвечает за генерацию тестовых сценариев для тестируемой системы, развернутой в том же кластере;
- *monitor* (монитор состояния теста) следит за тестируемой системой и завершает тест с ошибкой, если в работе тестируемой системы обнаружена ошибка;
- *workflows* (*API* для работы с запущенными тестами) предоставляет информацию об истории тестов и состоянии каждого теста для отображения в веб-приложении;
- *frontend* (веб-приложение) предоставляет графический пользовательский интерфейс.

Помимо этого, разработанная платформа использует *Litmus Chaos* для эмуляции неисправностей в компонентах тестируемой системы, а запуск теста осуществляется с помощью *Argo Workflows* – сервиса для выполнения последовательностей действий в кластере *Kubernetes*.

Все компоненты разворачиваются в кластере *Kubernetes* и взаимодействуют между собой согласно рисунку 1. Прерывистой линией показаны все внешние компоненты, непрерывной – компоненты разработанной платформы.

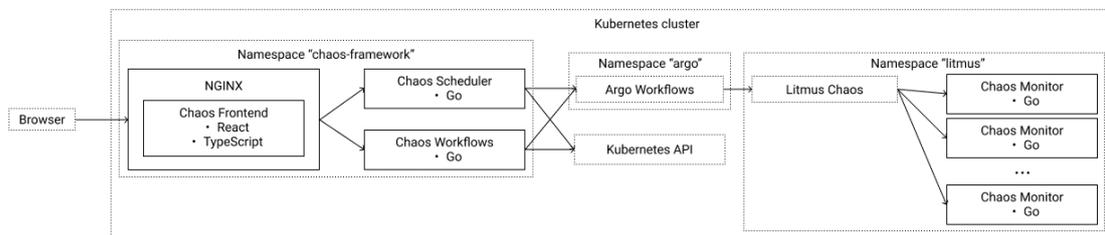


Рисунок 1 - Архитектура разработанной платформы

Платформа работает следующим образом:

1. пользователь открывает в браузере веб-приложение;
2. пользователь просматривает историю запущенных тестов: веб-приложение отправляет запрос в компонент *workflows*, который получает информацию о тестах из *Kubernetes API* и возвращает её;

3. пользователь создает новый тест: веб-приложение отправляет запрос в компонент *scheduler*, который генерирует по переданным параметрам описание теста для *Kubernetes* и запускает его;

3.1. компонент *monitor* запускается в ходе теста и следит за состоянием тестируемой распределенной системы;

4. пользователь просматривает состояние запущенного теста: веб-приложение отправляет запрос в компонент *workflows*, который возвращает состояние выбранного теста.

Внедрение. Перед внедрением разработанной платформы в учебный процесс необходимо написать для нее документацию и руководство по использованию, а также обозначить каналы коммуникации, по которым можно обратиться с вопросами, жалобами и предложениями по улучшению платформы.

Для документации и сбора сообщений об ошибках используется репозиторий на *GitHub*, а в качестве руководства служит документ в *Google Docs*. Руководство снабжено поясняющими иллюстрациями для каждого шага запуска разработанной платформы и тестирования распределенной системы.

Внедрение и практическое применение разработанной платформы проведено на студентах 4 курса механико-математического факультета ПГНИУ, имеющих в своём учебном плане курс «Технологии разработки распределенных систем», что позволило качественнее оценить полученные студентами в рамках изучения данной дисциплины навыки проектирования и разработки отказоустойчивых распределенных систем, а также развертывания и проведения тестирования на корректность работы и отказоустойчивость разработанных систем.

Несколько групп студентов изъявили желание воспользоваться разработанной платформой для тестирования разработанных ими систем, выявили и описали обнаруженные ошибки, а также исправили наиболее критичные из них. Протестированные системы были разработаны на разных языках и с применением различных технологий, но платформа благодаря своей универсальности работала для всех из них.

Заключение. Разработана, протестирована и внедрена платформа для тестирования распределенных систем, являющаяся бесплатной и относительно простой в использовании, а также позволяющая тестировать распределенные системы по принципу черного ящика.

Внедрение платформы показало её востребованность и эффективность при тестировании распределенных систем, разработанных студентами в рамках курса, посвященного этой теме.

Список литературы

1. Burns, B. *Distributed Systems* / B. Burns — 1st ed. — O'Reilly Media, 2018. - 244 pp.
2. van Steen, M. *Distributed Systems* / M. van Steen, A. S. Tanenbaum — 3rd ed. — CreateSpace Independent Publishing Platform, 2018. - 596 pp.

UDC 004.052.2

DISTRIBUTED SYSTEMS TESTING PLATFORM

Korotkov I.S.

Perm State National Research University, Perm, Russian Federation

Postanogov I.S. – senior lecturer of the department of MSCS

Annotation. We developed a platform for the distributed systems testing which is easy and cheap to use, and is suitable for black box testing. The platform was integrated in the educational process and was used for testing students' homework in the course of distributed systems development.

Keywords: distributed systems, software testing, system reliability

РАЗРАБОТКА ПЛАТФОРМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОНТЕНТОМ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ В ВИДЕ ИГРЫ

Халдина Ю.А.

*Пермский государственный национальный исследовательский университет,
г. Пермь, Российская Федерация*

Научный руководитель: Постаногов И.С. – старший преподаватель каф. МОВС

Аннотация. Деловая игра – это форма деятельности людей, имитирующая те или иные практические ситуации, одно из средств активизации учебного процесса в системе образования. Целью обучающих деловых игр является подготовка и повышение квалификации специалистов, формирование их профессиональных навыков. В рамках работы было спроектирована и создана платформа, позволяющая создавать обучающие деловые игры в виде распределённого приложения с базой данных, веб-сервером и автоматизированным рабочим местом для управления игровым контентом.

Ключевые слова: деловая игра, обучающая система, управление контентом, обучающие игры

Введение. Игровые приложения являются эффективным способом изучения и запоминания информации. В настоящий момент преподаватели в основном используют системы для создания интерактивных заданий, которые представляют собой конструкторы тестов или генераторы упражнений по одному из выбранных паттернов. Эти платформы хороши для небольших задач наподобие заданий на одно занятие, но для создания более узконаправленных на предметную область обучающих деловых игр [1] подходят в меньшей степени, так как не обладают достаточной гибкостью и имеют недостаточно настраиваемый под задачу интерфейс.

Для создания обучающего приложения, подходящего под предметную область, необходимо реализовать его наполнение и управление обучающей информацией, на что уходит значительная часть сил и времени разработчика. Наличие уже готовой универсальной платформы управления игровым контентом снизит затраты на разработку приложения, так как для его создания не будет необходимости создавать всё с нуля.

Основная часть. Для первой версии платформы тематика игрового приложения была ограничена задачей определения диагноза заболевания по жалобам, результатам объективного осмотра, лабораторных и функциональных исследований, визуально оформленной в виде приёма врача. Ограничение предметной области в большей степени обусловлено снижением трудозатрат по созданию графических объектов для визуальной составляющей.

Сценарий использования платформы состоит из следующих этапов:

1. Преподаватель в приложении для наполнения заносит информацию о загадываемой проблеме в виде числовых и перечислимых индикаторов, а также визуальных проявлений.
2. Данные из приложения для наполнения заносятся посредством *API* веб-сервера в базу данных.
3. Веб-сервер предоставляет доступ к игровому контенту из базы данных.
4. Клиент с игрой обращается к *API* для получения игровых данных.
5. Обучающийся в процессе игры получает информацию о загаданной проблеме через измерения индикаторов и в процессе угадывания формирует необходимые навыки.

Игровой контент имеет следующие возможности настройки:

1. Создание ситуаций для диагностики проблемы по признакам.
2. Вопросы, задаваемые игроком, могут иметь числовые и перечислимые типы значений в ответах.
3. Дополнительные визуальные составляющие могут быть реализованы посредством добавления обработчиков на клиенте.

Основными компонентами платформы являются клиент с игрой (мобильное приложение для обучающихся), серверная часть, реализующая логику игры, автоматизированное рабочее место для наполнения и база данных с игровой информацией.

Пример использования данных на клиенте представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Отображение данных из БД в игре

Пример добавления данных с помощью автоматизированного рабочего места представлен на рисунке 2.

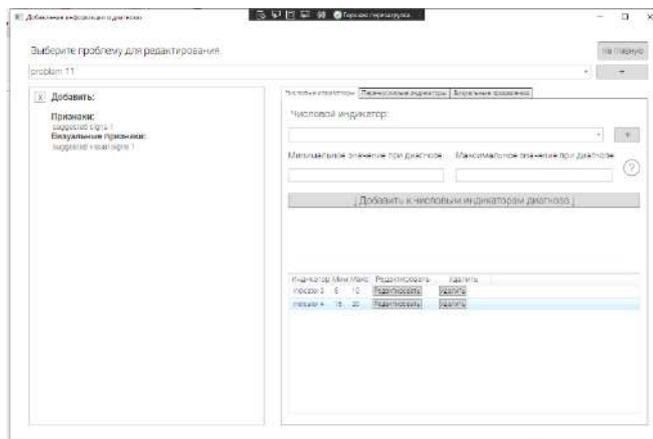


Рисунок 2 – Добавление игровых данных с помощью автоматизированного рабочего места

Клиент с игрой и приложение для наполнения получают игровые данные через *HTTP API*, обращаясь к нему, а веб-сервер в ответ на обращение отправляет необходимую информацию из БД.

Для реализации веб-сервера был выбран *ASP.NET Core* [2], в качестве СУБД была выбрана *PostgreSQL* [3]. Для реализации автоматизированного рабочего места выбрана библиотека классов *WPF* [4] и в качестве паттерна проектирования выбран паттерн *MVVM (Model-View-ViewModel)*. Для реализации мобильного клиента была выбрана платформа разработки *Unity* [5].

Реализация игровой логики на стороне веб-сервера такова: сервер может по запросу выбрать случайную проблему из категории и по её идентификатору предоставить список индикаторов, по которым игрок может определить проблему. По идентификатору индикатора игрок может получить его значение. Для финальной стадии игры *API* даёт клиенту доступ к списку всех проблем из конкретной категории, чтобы игрок мог выбрать из них ответ.

Также *API* предоставляет методы для автоматизированного рабочего места (которое позволяет совершать *CRUD* операции со всеми сущностями базы данных).

Клиент на Unity представляет собой игру, в которой игрок примеряет на себя роль врача. От игрока требуется дать верный диагноз, исходя из совокупности измерений различных индикаторов.

Тестирование *API* было произведено с помощью платформы Postman [6], тестирование остальных модулей платформы проводилось вручную.

Заключение. В результате работы была разработана платформа управления контентом обучающих систем: спроектирована база данных для хранения игрового контента, разработан веб-сервер в поддержку приложения, создан *APM* для управления игровым контентом и реализован пример мобильной обучающей деловой игры про определение диагноза по симптомам. В перспективе в платформе необходимо добавить настраиваемый интерфейс и отвязать мобильный клиент от предметной области.

Список литературы

1. Ярушева Светлана Анатольевна Деловые игры как особенность интерактивных технологий // Вестник ЧелГУ. 2005. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/delovye-igry-kak-osobennost-interaktivnyh-tehnologiy> (дата обращения: 05.04.2022).
2. What is ASP.NET Core? A cross-platform web-development framework. URL: <https://dotnet.microsoft.com/learn/aspnet/what-is-aspnet-core> (дата обращения: 05.04.2022).
3. PostgreSQL: About. URL: <https://www.postgresql.org/about/> (дата обращения: 05.04.2022).
4. Windows Presentation Foundation for .NET 5 documentation. URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/desktop/wpf/?view=netdesktop-6.0> (дата обращения: 05.04.2022).
5. Unity, платформа разработки в реальном времени. URL: <https://unity.com/ru> (дата обращения: 05.04.2022).
6. Postman | The Collaboration Platform for API Development. URL: <https://www.postman.com/> (дата обращения: 05.04.2022).

UDC 004.4

DEVELOPMENT OF A PLATFORM FOR CONTENT MANAGEMENT OF GAMIFIED LEARNING SYSTEMS

Khaldina Y.A.

Perm State National Research University, Perm, Russian Federation

Postanogov I.S. – senior lecturer of the department of MSCS

Annotation. A business game is a form of people's activity that imitates certain practical situations, one of the means of activating the educational process in the education system. The purpose of educational business games is the training and advanced training of specialists, the formation of their professional skills. As part of the work, a platform was designed and created that allows creating educational business games in the form of a distributed application with a database, a web server and a workstation for managing game content.

Keywords: business game, educational system, content management, educational games

УДК 62-9

ВЛИЯНИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР НА ПОКАЗАТЕЛИ БЕЗОТКАЗНОСТИ ПРЕЦИЗИОННЫХ РЕЗИСТОРОВ

Уркунов А.К., Евсеева Н.А.

Национальный исследовательский университет «Высшая Школа Экономики»,
г. Москва, Российская Федерация

Научный руководитель: Королев П.С. – канд.техн.наук, старший преподаватель ДЭИ МИЭМ НИУ ВШЭ

Аннотация. В рамках работы проведен обзор и анализ существующих математических моделей показателей безотказности резисторов группы «Прецизионные». Проанализированы зависимости эксплуатационной интенсивности отказов и коэффициента режима от температуры. Осуществлены прогнозирование и теоретическая валидация показателей надежности на отрицательном диапазоне температур с использованием метода машинного обучения.

Ключевые слова: прецизионный резистор, надежность, эксплуатационная интенсивность отказов, коэффициент режима, отрицательные температуры.

Введение. В радиоэлектронной промышленности резисторы являются изделиями массового производства и составляют около 50% от общего объема всех комплектующих радиоэлектронных устройств (РУ) [1], которые используются повсеместно при различных условиях, в том числе – отрицательных температурах. Следовательно, актуальной становится задача обеспечения стабильного и надежного функционирования РУ, в состав которой входят электрорадиоизделия (ЭРИ), в частности, резисторы.

Проведено множество научных исследований и определены математические модели (ММ) расчета показателей надежности [2]-[4]. Температура окружающей среды является одной из важнейших характеристик, оказывающей влияние на показатели безотказности. Сравнительно устойчивыми к изменению температуры являются тонкопленочные резисторы группы «Прецизионные» (ТПР).

В справочниках надежности ЭРИ [2]-[4] приведены математические модели (ММ) для оценки эксплуатационной интенсивности отказов (ЭИО) $\lambda_{\text{э}}$. Кроме того, научные исследования в сфере физики отказов ЭРИ подтверждают наличие деградационных процессов ЭРИ при отрицательных температурах [7]. Стоит заметить, что ММ, представленные в существующих справочниках [2]-[4] ограничены положительной областью температур.

Несмотря на все это, промышленность в северных регионах, таких как Ямало-Ненецкий Автономный округ, Новая Земля или Аляска, стремительно развивается. Следовательно, важно иметь ММ, достоверные как для положительных, так и для отрицательных температур. Таким образом, целью данной работы является увеличение достоверности ММ оценки показателей надежности ТПР для обеспечения целевого уровня надежности РУ, используемых в условиях низких температур. Новизна данной работы заключается в формировании уникальной ММ коэффициента режима, достоверной для расширенного диапазона температур (от $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$). Объектами исследования являются представленные в научной литературе [2]-[4] ММ оценки ЭИО резисторов и ТПР.

Обзор и анализ существующих ММ ЭИО ТПР. В рамках данной работы рассмотрены 3 справочника по надежности [2]-[4]. Основным параметром надежности является ЭИО $\lambda_{\text{э}}$. В [2]-[4] приведены математические модели ЭИО $\lambda_{\text{э}}$ для диапазонов температур: $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$, $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ и от $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+170\text{ }^{\circ}\text{C}$, соответственно.

ММ ЭИО ТПР в [2]-[4] имеют отличия. Наиболее подходящая для данного исследования ММ ЭИО представлена в справочнике [2] и приведена далее (1).

$$\lambda_{\text{э}} = \lambda_{\text{б}} K_{\text{р}} K_{\text{R}} K_{\text{э}} K_{\text{пр}}, \quad (1)$$

где λ_b – базовая интенсивность отказов, определяется по таблице характеристик надежности, [1/ч];

K_R – коэффициент сопротивления, зависящий от величины номинального сопротивления отдельных групп резисторов;

$K_{\text{Э}}$ – коэффициент эксплуатации, зависящий от степени жесткости эксплуатационных условий и определяющий отношение интенсивности отказов ЭРИ в аппаратуре конкретного класса (группы эксплуатации по ГОСТ Р В 20.39.304-98 [7]) для определенной группы изделий при прочих равных к интенсивности отказов в наземной стационарной аппаратуре (группа 1.1 по [7]);

K_{np} – коэффициент приемки;

K_P – коэффициент режима, зависящий от температуры и электрической нагрузки.

На рисунке 1 представлены зависимости ЭИО ТПР из [2]-[4] на диапазоне от $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$. При отрицательных температурах интенсивность отказов не увеличивается, что доказывает ограниченность существующих ММ.

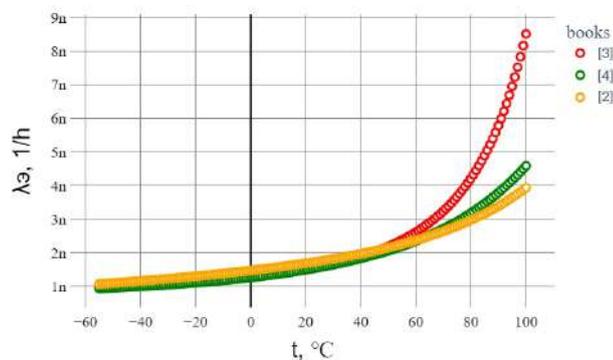


Рисунок 1 – График зависимости ЭИО ТПР из [2]-[4] на диапазоне от $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$

ММ ЭИО из [2] представляет собой произведение различных коэффициентов, зависящих от разных факторов. Единственным множителем, зависящий от температуры, является коэффициент режима K_P , формула расчета которого представлена на (2). График зависимости K_P от температуры и электрической нагрузки K_H приведен на рисунке 2.

$$K_P = A * e^{B * \left(\frac{t+273}{N_t}\right)^G} * e^{\left[\frac{P/P_H}{N_S} * \left(\frac{t+273}{273}\right)^J\right]^H}, \quad (2)$$

где $A = 0.0985$ – поправочный коэффициент;

$B = 0.4$ – параметр формы;

$N_t = 373$ – температурная постоянная;

G, N_S, J и H – постоянные ускорения и равны 8.643, 0.559, 1.5 и 1.147, соответственно.

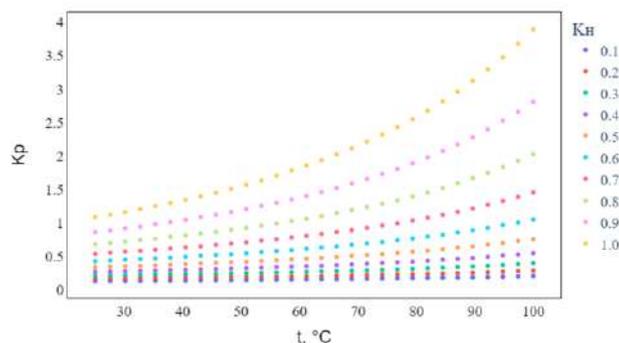


Рисунок 2 – График зависимости K_P от температуры t и электрической нагрузки K_H

Таким образом, рассмотрены и проанализированы 3 справочника по надежности ЭРИ [2]-[4] и доказан факт ограниченности представленных в них ММ ЭИО ТПР по температуре.

Далее в работе расчеты будут проводиться с электрической нагрузкой $K_H = 0.5$, так как это наиболее часто встречающееся у резисторов группы «Прецизионные» значение.

Зависимость температурного коэффициента и сдвига сопротивления от температуры на расширенном диапазоне. ТПР обладают множеством характеристик, зависящих от температуры. В том числе, температурный коэффициент сопротивления (ТКС), показывающий стабильность работы резистора при различных температурах, и сдвиг сопротивления (СС), являющийся первообразной ТКС. Формулы ТКС и СС представлены далее (3) и (4):

$$\text{ТКС} = \frac{\Delta (|R_T - R_0|/R_0)}{|T - T_0|} = \frac{\Delta (R/R_0)}{\Delta T}, \quad (3)$$

$$\text{СС} = |R_T - R_0|/R_0 = \Delta R/R_0, \quad (4)$$

где R_T – сопротивление резистора при температуре T ;

R_0 – сопротивление резистора при нормальной температуре T_0 (в данной работе нормальной температурой считается $T_0 = +25$ °С).

В исследованиях [5]-[6] приведены значения ТКС и СС на диапазоне температур от -55 °С до $+125$ °С для восьми различных ТПР. На основе множества экспериментов авторами [5]-[6] определено, что зависимость ТКС от температуры является линейно-возрастающей/убывающей функцией. На рисунке 3 визуализированы представленные в [5] значения ТКС и их аппроксимированные прямые. На рисунке 4 представлены графики СС резисторов из [5] и [6] с наложенным на них нормально распределенным шумом. Ввиду малого набора входных данных (6 значений ТКС и СС для каждого резистора) шум может позволить улучшить результативность тренировок и точность модели, так как обучение с малым набором данных приводит к тому, что система запоминает примеры данных, а не обобщает их, вследствие чего может возникнуть, так называемое, переобучение модели [8].

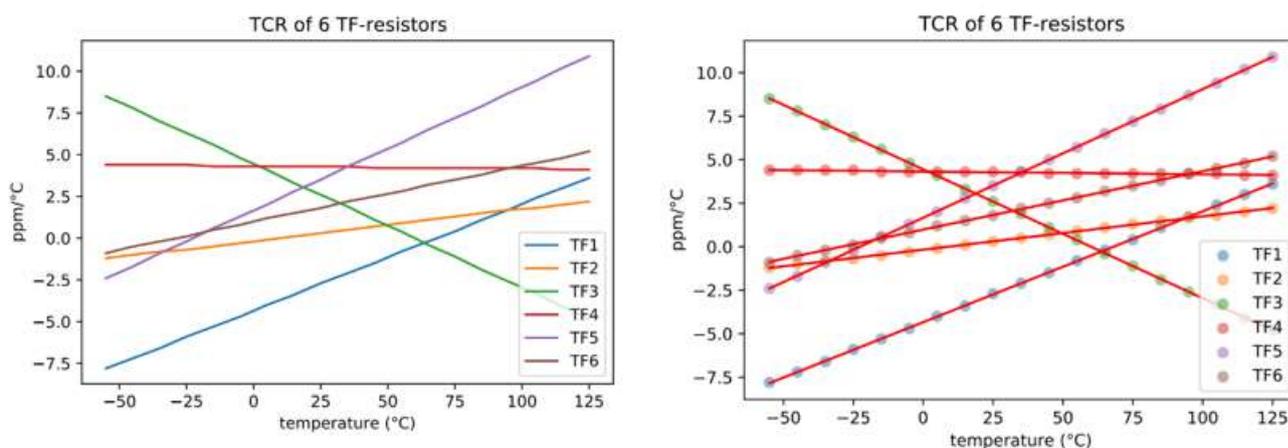


Рисунок 3 – Данные из [5] – значения ТКС на расширенном диапазоне температур

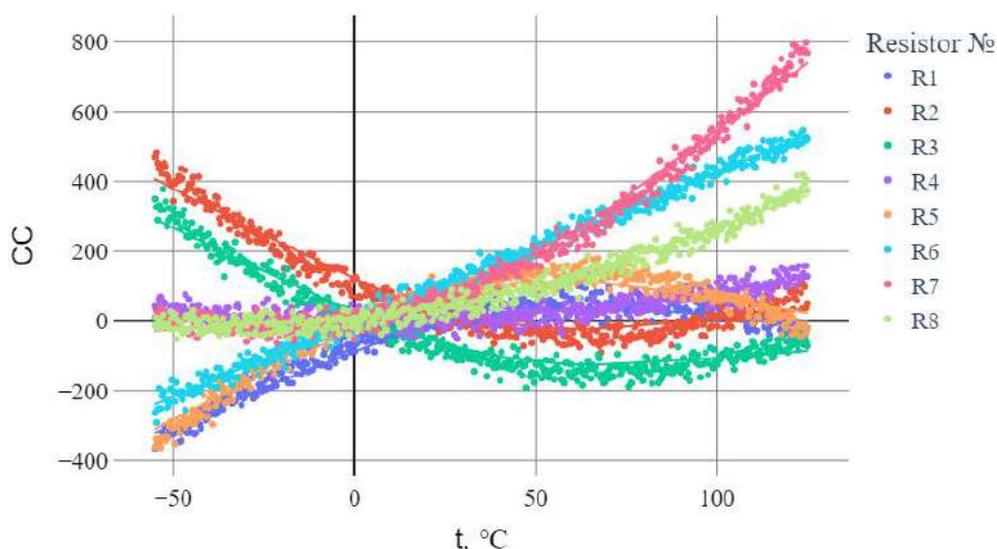


Рисунок 4 – Значения CC с наложенным нормально распределенным шумом и линиями трендов на расширенном диапазоне температур

Таким образом, с помощью существующих исследований [5]-[6], в которых описаны результаты ТКС и CC , полученных в ходе многочисленных реальных испытаний – сформированы данные и наложен нормально распределенный шум для уточнения дальнейшего прогнозирования показателей надежности резисторов на расширенном температурном диапазоне.

Прогнозирование коэффициента режима на расширенном диапазоне. В предыдущих пунктах работы было определено, что существующие ММ ЭИО ТПР [2]-[4] ограничены положительным диапазоном температур. Также есть данные зависимости CC ТПР от температуры на расширенном диапазоне (от -55 °C до $+125$ °C). Однако возникает вопрос, объясняют ли значения CC – значения коэффициента режима. Для проверки была построена корреляционная матрица, показывающая коэффициенты корреляции между значениями CC и K_p на диапазоне температур от $+25$ °C до $+100$ °C, так как ММ, представленная в [2] работает для данного диапазона, как написано в самом справочнике. Среднее значение модуля корреляции получилось равным 0.62, медианное – 0.71. Значения CC для резисторов № 4, 6, 7 и 8 из [5] и [6] коррелируют с K_p наиболее сильно – коэффициенты корреляции равны 1, 0.98, 1 и 0.99 соответственно. Поэтому они были выбраны для добавления в набор данных для обучения модели.

Таким образом, доказана связь между CC и K_p .

Далее была разработана программа на языке программирования *Python* на основе модели машинного обучения «*Linear Regression*» [9] для прогнозирования значения K_p . В качестве аргументов и значений обучающей выборки были взяты 0.8 значений температур в диапазоне $+25$ °C до $+100$ °C, значения CC для резисторов № 4, 6, 7 и 8 из [5] и [6] и K_p из [2].

По окончании обучения модели, были спрогнозированы K_p на диапазоне температур от -55 °C до $+125$ °C. Для валидации полученных значений вычислены коэффициент детерминации r^2 , среднеквадратичное отклонение $RMSE$ и средняя абсолютная ошибка MAE [10] спрогнозированных и справочных значений K_p . Полученные результаты записаны в таблицу 1.

Таблица 1 – Значения метрик для валидации прогноза

Резистор №	r^2	$RMSE$	MAE
4	0,9987	0,004198883843342822	0,0036142262133992114
6	0,9987	0,004198883843342728	0,00361422621339958
7	0,9987	0,004198883843342815	0,0036142262133991966
8	0,9987	0,004198883843342794	0,003614226213399189

Метрики из таблицы 1 показывают высокую точность предсказаний. Следовательно, прогноз модели можно считать относительно точным. На рисунке 5 показаны спрогнозированные (оранжевая линия) и справочные (зеленые кольца) значения. По графику видно, что при отрицательных температурах коэффициент режима возрастает, вследствие чего увеличивается интенсивность отказов прецизионных резисторов, что подтверждается возникающими в резисторе деградационными процессами [8].

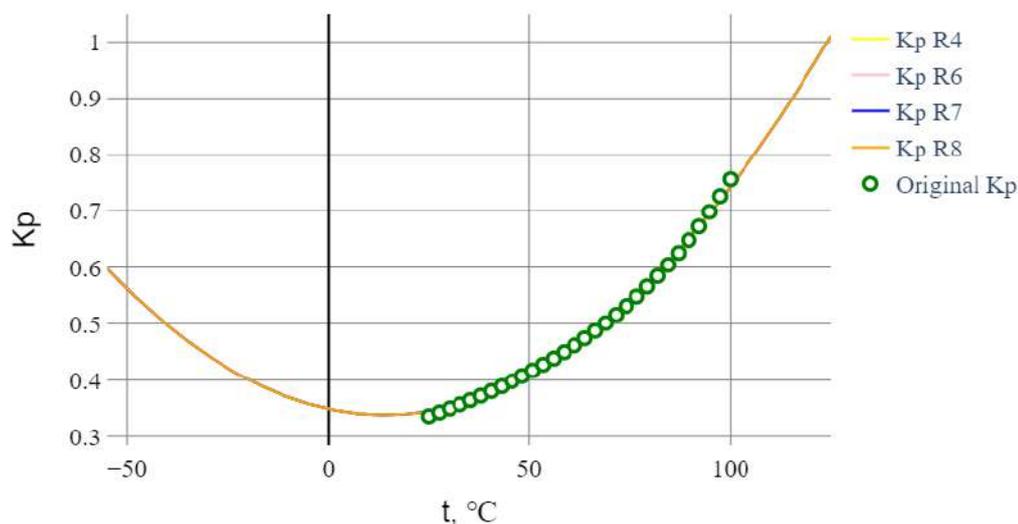


Рисунок 5 – График зависимости спрогнозированных и справочных значений K_p от температуры

Полученные значения K_p были аппроксимированы до полинома 2 степени, так как это наиболее подходящая функция с $RMSE$ и MAE от полученных значений $1.651 \cdot 10^{-15}$ и $1.124 \cdot 10^{-15}$ соответственно. ММ K_p приведена далее (5):

$$K_p = 5.5 \cdot 10^{-5} \cdot t^2 - 1.5 \cdot 10^{-3} \cdot t + 0.35. \quad (5)$$

В отличие от зависимости ММ ЭИО (1) от температуры, новая модель учитывает увеличение вероятности возникновения отказов ТПР при отрицательных температурах, что делает ее более достоверной на отрицательном диапазоне.

Заключение. В рамках данной работы рассмотрены и проанализированы три справочника по надежности ЭРИ [2]-[4], проведены исследования зависимости температурного коэффициента сопротивления и сдвига сопротивления от температуры окружающей среды. Разработана математическая модель коэффициента режима K_p , повышающая достоверность оценки эксплуатационной интенсивности отказов λ_{Σ} тонкопленочных резисторов группы «Прецизионные» при отрицательных температурах. Математическая модель коэффициента режима является полиномом второй степени (5). Таким образом, цель данной работы достигнута. Благодаря уточненной оценке коэффициента режима увеличивается достоверность оценки показателей надежности ТПР для обеспечения целевого уровня надежности РУ, эксплуатирующихся при низких температурах.

Список литературы

1. C. Platt, *Encyclopedia of Electronic Components Volume 1: Resistors, Capacitors, Inductors, Switches, Encoders, Relays, Transistors*, 1st ed., Santa Rosa, CA: Make Community, LLC, 2012. 296 p.
2. Надежность ЭРИ 2006: справочник. – М.: МО РФ, 2006. – 641 с.
3. Reliability prediction handbook for electronic equipment. Chinese Standard GJB/Z 299C-2001.
4. Military Handbook. Reliability prediction of electronic equipment. MIL-HDBK-217F, 1991.
5. F. Zandman and J. Szwarc, "Non-Linearity of Resistance/Temperature Characteristic: Its Influence on Performance of Precision Resistors," Vishay Foil Resistors, Tech. Note 108, pp.1-10, 2018.
6. R. Goldstein, "Interpretation of TCR Specifications for Precision Resistors," Vishay Foil Resistors, Tech. Note 111, pp.1-6, 2018.

7. ГОСТ РВ 20.39.304-98. Менеджмент риска. Комплексная система общих технических требований. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Требования стойкости к внешним воздействующим факторам [Дата введения 1998-07-09]. - М.: МО РФ, 1998. (Руководящий документ).

8. R. B. Watson, "Effects of Material Properties and Heating/Cooling Rate on Strain Gage Thermal Output Observations," In Proc. ICBM12-12th International Conference on Experimental Mechanics, 2004.

9. J. D. Kelleher and B. M. Namee, *Fundamentals of Machine Learning for Predictive Data Analytics: Algorithms, Worked Examples, and Case Studies*. Cambridge, MA: The MIT Press, 2015.

10. G. James, D. Witten, T. Hastie, and R. Tibshirani, *An Introduction to Statistical Learning: with Applications in R*. New York: Springer, 2021.

UDC 62-9

THE INFLUENCE OF NEGATIVE TEMPERATURES ON THE RELIABILITY INDICATORS OF PRECISION RESISTORS

Urkunov A.K., Evseeva N.A.

«HSE University», Moscow, The Russian Federation

Korolev P.S. – PhD, Senior Lecturer, School of Electronic Engineering MIEM HSE

Annotation. Within the framework of this work, a review and analysis of existing mathematical models of the reliability indicators of the "Precision" group's resistors were carried out. Dependences of the operational failure rate and the mode coefficient on temperature are analyzed. Forecasting and theoretical validation of the reliability indicators in the negative temperature range using the machine learning method have been carried out.

Keywords: precision resistor, reliability, operational failure rate, mode factor, negative temperatures

УДК 004.4

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ХРАНЕНИЯ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ СЕРВИСАМИ

Шмелев П.Ю.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
г. Пермь, Россия

Научный руководитель: Прозорова Л.Ю. – канд. экон. наук, доцент кафедры ИТАС

Аннотация. Интерфейс программирования приложений (*API*) – это совокупность инструментов и функций в виде интерфейса для создания новых приложений, благодаря которому одна программа будет взаимодействовать с другой. В настоящее время *API* получил популярность и все чаще используется в приложениях для взаимодействия систем. Данные из одной системы могут передаваться в другую, видоизменяться и отправляться дальше, образуя тем самым зависимую «цепочку». В случае, если изменить поле в начале «цепочки», то дальнейшие узлы тоже придется менять. Возникает необходимость приложения для проектировщика, которое бы показывало последствия изменений состава передаваемых полей.

Ключевые слова: *API*, *APIManagement*, хранение связей, проектирование.

Введение. Современный рынок постоянно наполняется большим количеством *IT*-проектов. Для корректной работы внедряемых проектов необходимо интегрироваться друг с другом. С целью удобного взаимодействия проектов создан такой инструмент, как *API*. *API* – это веб-интерфейс для программного обеспечения. *API*, независимо от типа, прежде всего является интерфейсом: точкой, где две системы, субъекта, организации и т.д. встречаются и взаимодействуют [1].

Описание проблемы. С помощью *API* сервисы могут обмениваться данными независимо от того, какой язык программирования использует тот или иной сервис. При обмене данные могут состоять из нескольких полей. Кроме того, полученные данные из одного сервиса могут преобразовываться и передаваться в другой, образуя цепочку, в которой изменение первого элемента повлечет за собой изменение остальных. Опишем на простом примере. Допустим, имеется у нас начальная точка «Мобильное приложение». В нем пользователь заполняет свои персональные данные. Эти данные, включая идентификатор пользователя отправляются в сервис «Автовладельцы», где создается карточка на пользователя и присваивается Идентификатор автовладельца. «Автовладельцы» совершает запрос и передает данные, включая связку «Идентификатор автовладельца и идентификатор пользователя» в *WMS* (систему управления складом). Используя данное приложение, охранник на складе может идентифицировать данного человека и автовладельца, которого он представляет.

А теперь предположим, что компания решил изменить способ идентификации и поменять тип поля «Идентификатор пользователя» со строки на число. Порой данная цепочка может оказаться настолько длинной и не одиночной, что проектировщик может упустить звено, что приведет к критическим ошибкам (например, задержка сдачи проекта). Следующим шагом в развитии использования сервисов является прогнозирование изменений на этапе проектирования при замене того или иного поля. Это во многом ускорит проектирование схемы взаимодействия с сервисами и позволит уменьшить количество ошибок. Так, например, если исключить (или изменить свойства поля), то необходимо, чтобы система сообщала пользователю о нарушении цепочки передачи данных, как показано на рисунке 1 ниже.



Рисунок 1 – Пример нарушения передачи данных по цепочке

Рассмотрение готовых решений. Практическая значимость заключается во внедрении системы для работы сотрудников компании ООО «Умная Логистика» при проектировании разрабатываемых систем, использующих интеграцию с другими сервисами. Существуют системы, предоставляющие функции *API Management*. *API Management* – это процесс создания и публикации программных интерфейсов веб-приложений (*API*), обеспечения соблюдения их политик использования, контроля доступа, поддержки сообщества подписчиков, сбора и анализа статистики использования и отчетности о производительности. С другой стороны, *API Management* – это набор инструментов и сервисов, которые позволяют разработчикам и компаниям создавать, анализировать, применять и масштабировать интерфейсы *API* в безопасных средах. Среди достоинств данных систем можно отметить: аутентификация – система позволяет пройти аутентификацию, в том числе и через сторонние службы; управление трафиком – система регулирует входящий и исходящий трафик *API*; мониторинг *API*-система может помочь в мониторинге запросов/ответов клиента; преобразования – система позволяет преобразовать запросы/ответы *API*. К минусам можно отнести: увеличение *Latency* – шлюзу необходимо время для обработки запросов/ответов согласно настроенным политикам; Данные системы достаточно дорогостоящие и в комплекте поставки имеют множество других функций. Предпосылками для разработки новой системы хранения связей явились недостатки существующих систем, а именно: системы хранения встраиваются в проект, что ведет к дополнительным затратам и использованию лишних вычислительных мощностей; подключение избыточных функций, которые не используются, но их существование ведет к дополнительным затратам. [2].

Проектирование новой системы. Перечисленные выше факторы способствовали принятию решения о разработке новой системы. Принцип работы «как должно быть» данной системы описан ниже в нотации *IDEFO* на рисунке 2.

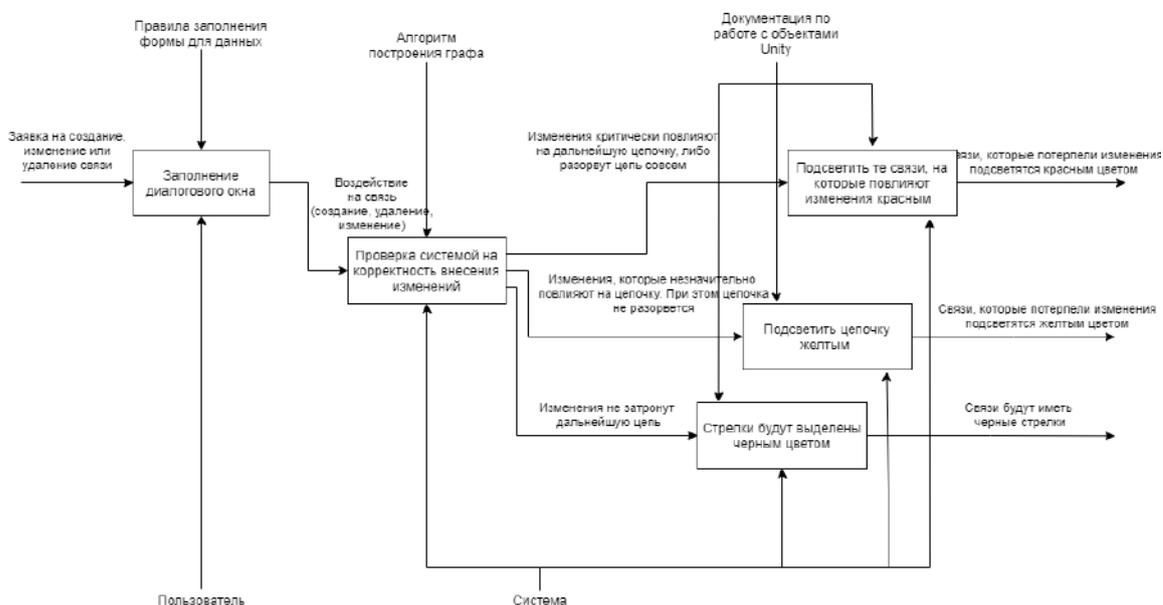


Рисунок 2 – Контекстная диаграмма работы системы для хранения связей *API* между сервисами

Опишем словестно данную диаграмму. В качестве входного параметра выступает заявка на создание, изменение или удаление связи. В первом процессе участвует Пользователь. Используя полученную заявку и правила заполнения формы для данных, он настраивает информацию в диалоговом окне свойства связи. Далее эту информацию принимает Система. Она, используя алгоритм проверки связей, проверяет цепочку связей на влияние внесенных изменений. В случае, если изменения критически повлияют на цепочку связей и дальнейшее использование будет невозможным, то эти связи, которые будут нарушены, выделятся красным цветом. В случае, если изменения не критически повлияют на цепочку, и данные будут передаваться без ошибок, то связи, которые потерпят изменения выделятся желтым

цветом. В случае, если изменения никак не повлияют на цепочку – связи будут иметь черный цвет. На выходе будем иметь графическое представление схемы связей *API* между сервисами. Перед началом разработки заказчиком были поставлены следующие требования: возможность работы нескольких сотрудников одновременно над одним проектом в облаке; интуитивно понятный интерфейс; наличие тонкого клиента, т.е. для работы с системой не устанавливается ПО; разработанная система не должна занимать много места. Так же был предоставлен прототип того, как должна выглядеть разрабатываемая система, которая представлена на рисунках 3 и 4 ниже.

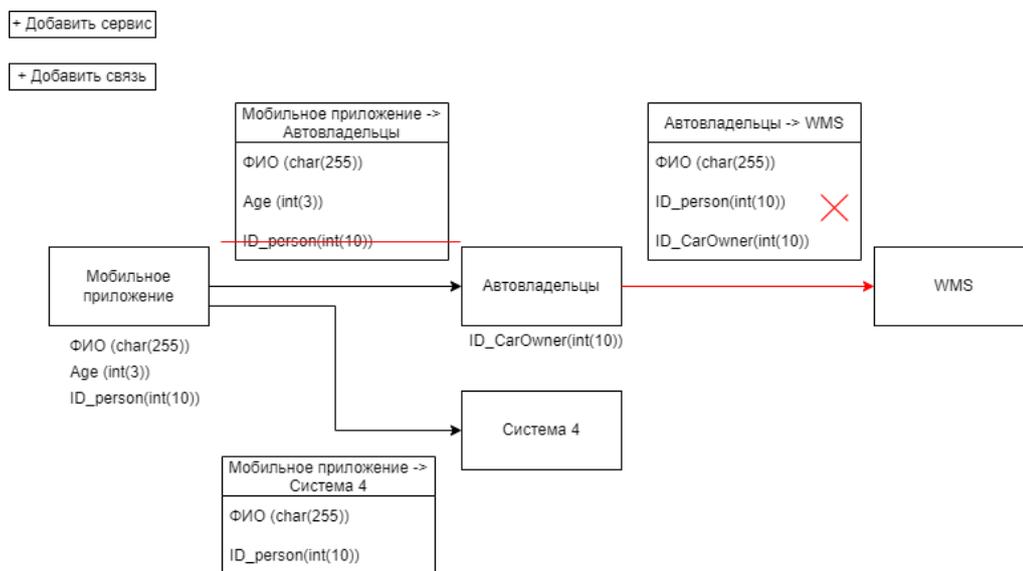


Рисунок 3 – Прототип интерфейса разрабатываемой системы

При нажатии на кнопку «Добавить связь» должна открываться форма заполнения данных о связи, которая изображена на рисунке 4. При нажатии на кнопку «Добавить сервис» будет открываться форма, где будет содержаться только одно поле для заполнения – Наименование сервиса.

Рисунок 4 – Прототип интерфейса меню добавления / изменения связи

Исходя из перечисленных требований, для разработки была выбрана платформа *Unity* с использованием языка программирования *C#*. Выбранная платформа позволит реализовать такие возможности, как: скомпилированный проект можно разместить на серверах, куда пользователи смогут подключиться для работы без установки дополнительного ПО; готовое приложение на *Unity* будет легче, по сравнению с *Unreal Engine*.

Заключение. Проведенный анализ позволил сделать выводы о том, что эффективнее будет разработать собственную систему по хранению связей *API*, чем встраивать готовые решения.

Список литературы

1. Арно Лоре. Проектирование веб-API // пер. с англ. Д. А. Беликова. М.: ДМК Пресс, 2020. 440 с.
2. Что такое системы API Management // Ресурс для публикации статей и работ IT-специалистов. [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/X5Group/blog/543324/>. – Дата доступа: 29.01.2022.

UDC 004.4

THE MAIN ISSUES OF DEVELOPING STORAGE SYSTEMS FOR LINKS BETWEEN SERVICES

Shmelev P.Y.

Perm National Research Polytechnic University, Russia, Perm

Prozorova L.Y. – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Information Technologies and Automated Systems (ITAS)

Annotation. The Application Programming Interface (API) is a set of tools and functions in the form of an interface for creating new applications, thanks to which one program will interact with another. Currently, the API has gained popularity and is increasingly used in applications for system interaction. Data from one system can be transferred to another, modified and sent further, thereby forming a dependent "chain". If you change the field at the beginning of the "chain", then further nodes will also have to be changed. There is a need for an application for the designer that would show the consequences of changes in the composition of the transmitted fields.

Keywords: API, API Management, link storage, design.

УДК 004.01

ВЫБОР АРХИТЕКТУРЫ ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ СИСТЕМ

Шмелев П.Ю.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
г. Пермь, Россия

Научный руководитель: Прозорова Л.Ю. – канд. эконом. наук, доцент кафедры ИТАС

Аннотация. Интеграция приложений – неотъемлемая часть для успешного функционирования любого IT проекта. При выборе архитектуры для реализации интеграции необходимо обращать внимания на возможности компании. В данной статье будут сравниваться две архитектуры – это ESB и микросервисы. ESB содержит шину, через которую происходит все взаимодействие с приложениями, в то время как микросервисы не имеют общую шину и общаются напрямую с приложением. Именно эта ключевая особенность влияет на выбор архитектуры, потому как не всегда есть возможность менять код в интегрируемых приложениях.

Ключевые слова: Интеграция, Сервисная шина предприятия, ESB, микросервисы, преимущества, недостатки.

Введение. Практически любое предприятие работает сегодня с распределенной IT-инфраструктурой, которая объединяет разнородные платформы и прикладные решения, включая и унаследованные приложения. Кроме того, для современного предприятия весьма актуальна задача поддержки взаимосвязей с партнерами в рамках корпоративных информационных систем, а также обеспечения на уровне инфраструктуры адекватной реакции на процессы слияния или приобретения компаний. Перед выбором приложения, которое будет поддерживать интеграцию, встает вопрос о выборе архитектуры. Рассмотрим две похожие архитектуры, это *ESB* и микропроцессоры, которые подходят для интеграции.

ESB. Сервисная шина предприятия (*enterprise service bus, ESB*) - связующее программное обеспечение, обеспечивающее централизованный и унифицированный событийно-ориентированный обмен сообщениями между различными информационными системами на принципах сервис-ориентированной архитектуры [1]. Главной отличительной чертой использования данной архитектуры является повторное использование сервисов и корпоративная шина.

Ниже на рисунке 1 представлена схема работы архитектуры.

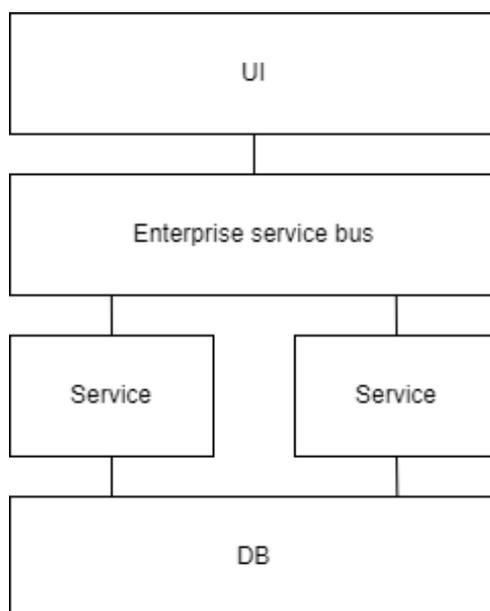


Рисунок 1 – Архитектура ESB

Все сообщения, полученные шиной, обрабатываются и в зависимости от контента отправляются в определенный сервис. Отсюда и идет первый недостаток данной архитектуры – «бутылочное горлышко». В случае, когда одновременно на шину придет большое количество сообщений – шина будет загружена обработкой, что приведет к задержке обработки сообщений. Следующий недостаток – сложность разработки. Данную систему придется разрабатывать довольно продолжительное время. Необходимо проработать логику взаимодействия сервисов. Из преимуществ можно отметить несколько. Во-первых, повторное использование сервисов – информация, полученная в результате работы одного сервиса, может повторно несколько раз использоваться, как например вариант с авторизацией. Пройдя авторизацию один раз пользователю не нужно будет выполнять авторизацию повторно при каждой введенной команде. Во-вторых, простота подключения сервисов. В приложении достаточно указать, что нужно отправлять данные в шину. Остальная же логика передачи данных настраивается непосредственно в шине. В-третьих, конвертация данных. Когда шина будет готова, она может быть связующим элементом между сервисами, которые используют разные архитектурные подходы: *REST* и *SOAP* [2].

Микросервисы. Микросервисная архитектура, наоборот, избегает повторного использования, применяя методологию «предпочтительнее дублирование», а не независимость от других сервисов. Повторное использование предполагает связанность, а данная архитектура старается ее избегать. Это достигается путем разбиения системы на сервисы с конечным контекстом (законченной бизнес-задачей). Принцип работы архитектуры представлен на рисунке 2 ниже.

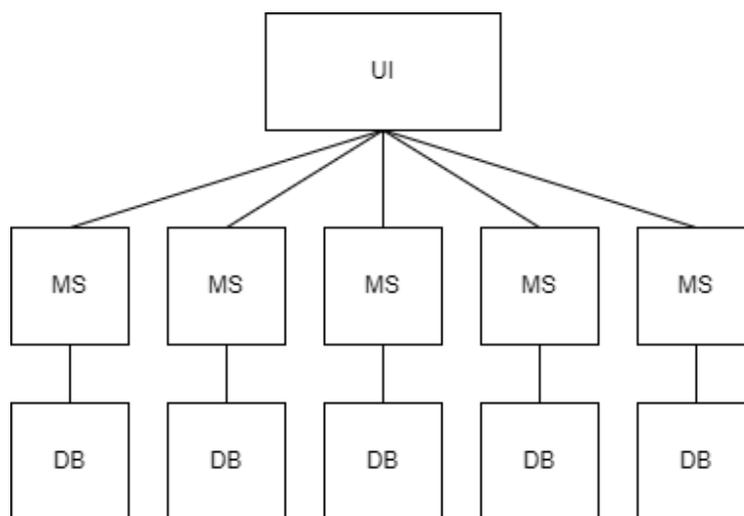


Рисунок 2 – Архитектура MSA

В данном случае приложение само определяет, к какому сервису необходимо подключиться. Преимуществом данной архитектуры является надежность. Если выйдет из строя один микросервис, но на работе остальных это никак не отобразится. Следующим преимуществом архитектуры является простота разработки. Так как микросервис – это самостоятельная единица, которая никак не связана с остальными сервисами – нет необходимости писать универсальный код, который бы подходил под разные сервисы. Так же немало важным плюсом является «полная картина бизнес-логики». Каждый сервис представляет как самостоятельную единицу. Бизнес-процесс, который представляет данный процесс, предоставлен от начала до конца. Это упрощает процесс понимания кода сотрудниками и сокращает количество меж сервисных вызовов. Из недостатков можно выделить следующие: сложность – разделение приложения на независимые микросервисы влечет за собой больше артефактов управления. Этот тип архитектуры требует тщательного планирования, огромных усилий, командных ресурсов и навыков. Следующим недостатком является проблема безопасности. В микросервисном приложении каждый функционал, который взаимодействует через API извне, увеличивает вероятность атак.

Выбор архитектуры. В случае с микросервисной архитектурой для интеграции пришлось бы значительно дорабатывать код приложений для отправки данных под каждый микросервис. Это не всегда удобно, особенно если приложение принадлежит сторонней компании и, если этих приложений большое количество. К тому же, в отличие от *ESB*, микросервисы необходимо разрабатывать под свою систему самостоятельно с нуля, в то время как *ESB* решения уже существуют.

В случае с *ESB* – дорабатывать код придется меньше, так как отправка происходит в одну точку – в шину. Это позволяет настраивать интеграцию непосредственно в самой шине без вмешательства в код интегрируемых приложений. Так же присутствует такой инструмент, как конвертация данных. В микросервисной архитектуре это тоже возможно сделать, но в данном случае придется разрабатывать логику конвертации для каждого приложения отдельно.

Заключение. Таким образом можно сделать следующие выводы. Если необходима надежность, простота разработки, но нет времени на длительную разработку *ESB* (либо средств на приобретение готового решения) и доступны для изменения код приложений, то можно выбрать микросервисную архитектуру. В случае, если интегрироваться будут сторонние проекты, то лучше выбрать архитектуру *ESB*.

Список литературы

1. Сервисная шина предприятия // Википедия. [Электронный ресурс]. – 2020. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Сервисная_шина_предприятия. Дата обращения: 22.02.2022;
2. SOA vs MSA // Курс «Микросервисная архитектура». [Электронный ресурс]. 2019. Режим доступа <https://microarch.ru/blog/soa-vs-msa>. Дата обращения: 23.02.2022.

UDC 004.1

CHOOSING AN ARCHITECTURE FOR SYSTEM INTEGRATION

Shmelev P.Y.

Perm National Research Polytechnic University, Russia, Perm

Prozorova L.Y. – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Information Technologies and Automated Systems (ITAS)

Annotation. Application integration is an integral part for the successful functioning of any IT project. When choosing an architecture for implementing integration, it is necessary to pay attention to the company's capabilities. This article will compare two architectures - ESB and microservices. The ESB contains a bus through which all interaction with applications takes place, while microservices do not have a common bus and communicate directly with the application. It is this key feature that influences the choice of architecture, because it is not always possible to change the code in integrated applications.

Keywords: Integration, Enterprise service bus, ESB, microservices, advantages, disadvantages.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИБЛИОТЕКИ NUMPY И ЕЕ МОДУЛЯ POLYFIT В НАУКЕ О ДАННЫХ

Амельченя М.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Алексеев В.Ф. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. В работе показано применение библиотеки *NumPy* для исследования массивов данных. Изучен модуль *NumPy.polyfit()* библиотеки *NumPy*. Исследована возможность использования модуля *NumPy.polyfit()* для выполнения полиномиальной регрессии. Дана оценка полезности использования модуля для построения регрессии.

Ключевые слова: *NumPy*, полиномиальная регрессия, *NumPy.polyfit*

Введение. Библиотека *NumPy* является фундаментальной библиотекой *Python* для проведения вычислений в *Data Science*. Ключевыми качествами, которыми обладает данная библиотека, являются:

- скорость: массивы *NumPy* работают в 20 раз быстрее, чем стандартные списки *Python*;
- производительность: *NumPy* сочетает в себе простоту использования *Python* со скоростью *C*;

- вычислительные инструменты: *NumPy* обладает широким спектром математических функций и вычислительных инструментов практически для всех нужд, использование данной библиотеки позволяет с легкостью выполнять такие операции, как подгонка кривой, оптимизация, линейная алгебра, преобразования и т.д.

NumPy является основой, на которой построены другие многочисленные библиотеки для научных вычислений:

- библиотеки статистики и *Machine Learning*: *SciPy*, *Scikit-Learn*, *SpaCy*;
- библиотеки визуализации: *Matplotlib*, *Bokeh*, *Altair*;
- *ETL*: *Pandas*.

Основная часть. Рассмотрим простой пример. Предположим, нам необходимо добраться из пункта А в пункт Б. Существует несколько способов передвижения. Вы можете воспользоваться велосипедом, попытаться пройти пешком, или, возможно, захотите взять автомобиль. Появляются дополнительные варианты, среди которых у вас есть возможность взять спортивный автомобиль или внедорожник. Если вы не знаете тип местности, по которой будете ехать, вам, возможно, будет лучше использовать внедорожник – универсальное транспортное средство. Однако, если вы стремитесь завершить путешествие в кратчайшие сроки, и вы знаете, что дороги хорошо асфальтированы, вы выберете спортивный автомобиль, потому что сможете быстро преодолеть расстояние. В этом и заключается разница между стандартным списком *Python* и массивом *NumPy*.

Список *Python* – это внедорожник, в то время как массив *NumPy* – это спортивный автомобиль [1]. Список *Python* предназначен для обработки всех видов данных, которые можно вставить в список. Предположим, что данные представляют собой однородные данные числового типа (целочисленные, с плавающей запятой, логические, дата-время и т.д.) и требуют большого объема вычислений. В этом случае лучше использовать *NumPy*.

Рассмотрим простой пример использования. Допустим, у нас есть простой список из пяти элементов. И мы хотим создать еще один список, содержащий результат деления каждого из этих элементов на три. Нам придется перебирать список и выполнять операцию по элементам, потому что выполнение операции деления по всему списку приведет к ошибке.

```
Mylist = [9,18,27,36,45]  
Mylist / 3
```

`TypeError: unsupported operand type(s) for /: 'list' and 'int'`

Несмотря на то, что каждый из этих пяти элементов является числовым, списки *Python* не позволят выполнить эту операцию деления, поскольку операции *Python* предназначены для работы со всеми возможными случаями. Поскольку список не обязательно должен содержать только числовые типы данных, *Python* этого не допустит.

Используем *NumPy*. С помощью массива *NumPy* мы можем просто разделить весь массив на пять.

```
Myarray = np.array(mylist)
Myarray / 3
Myarray([ 3., 6., 9., 12., 15.]
```

В библиотеке *NumPy* есть опция, которая дает пользователю возможность выполнить линейную регрессию (простую и полиномиальную), используя метод наименьших квадратов в качестве критерия минимизации. Модуль, который выполняет эту регрессию, называется *polyfit*: *NumPy.polyfit(x, y, deg, rcond=None, full=False, w=None, cov=False)*.

Выше был приведен общий синтаксис функции *NumPy.polyfit()*. Данная функция имеет три обязательных параметра и четыре необязательных параметра, которые по-своему влияют на результат. Параметр *x* представляет собой набор точек, которые должны быть представлены вдоль оси *X*, *Y* – параметр, который представляет все наборы точек, которые должны быть представлены вдоль оси *Y*.

Кроме того, *NumPy.polyfit()* дает возможность указать степень полиномиальной регрессии с помощью параметра *deg*, а также может вычислить ковариационную матрицу *cov*, которая дает важную информацию о коэффициентах полиномиальной регрессии. Модуль *polyfit* подгоняет данные с помощью метода наименьших квадратов и внутренне запоминает коэффициенты линейной регрессии, найденные во время процедуры подгонки.

Параметр *rcond* является необязательным параметром, который отвечает за определение относительного числового условия подгонки. Параметр *full* – необязательный параметр, который определяет характер возвращаемого значения, по умолчанию значение равно *false*, из-за чего возвращаются только коэффициенты. Если значение задано равным *true*, то также возвращается сингулярное значение декомпозиции. Параметр *w* представляет веса, применяемые к координате *y* точек выборки [2].

Для построения функции линейной регрессии необходимо преобразовать уже найденные полиномиальные коэффициенты в полиномиальную функцию с помощью функции *NumPy.poly1d()* [3].

В качестве примера, я использую функцию *NumPy.polyfit()* для выполнения полиномиальной регрессии ($n=1$) для массива *x*, хранящего стоимость проданных на аукционе монет, и массива *y*, хранящего даты продажи монеты. При этом используется следующий код на *Python*:

```
def predict_coin_price(x_period, y_period, start_date, days_to_predict):
    mymodel = NumPy.poly1d(NumPy.polyfit(x_period, y_period, 1))
    current_day = (timezone.now() - start_date).days
    for i in range(current_day, current_day+days_to_predict):
        price = mymodel(i)
        if price < 0:
            x_period.append(i)
            y_period.append(0)
            break
    x_period.append(i)
    y_period.append(round(price, 2))
```

Запустив приведенный выше код *Python* на своем компьютере, можно показать график полиномиальной регрессии. *NumPy.polyfit()* дает в результате линию полиномиальной регрессии, представленную на рисунке 1.

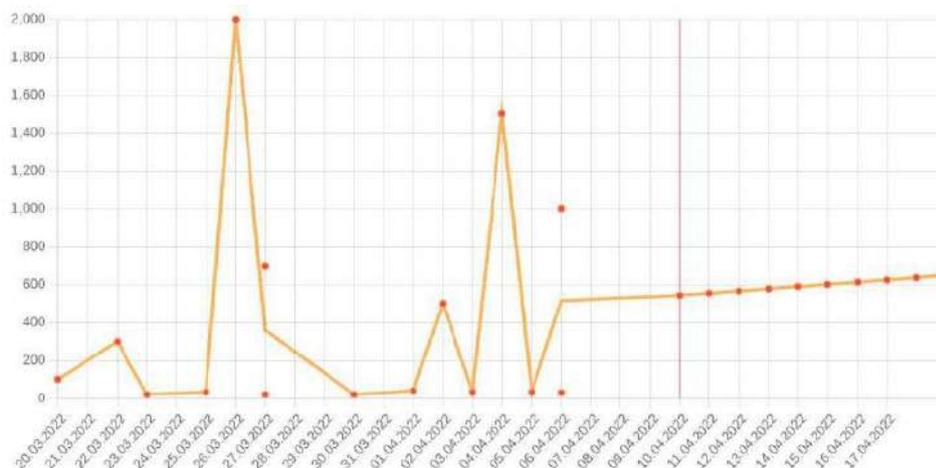


Рисунок 1 – Линия полиномиальной регрессии, выполненная с помощью модуля *polyfit*

Кроме того, *polyfit* дает пользователю возможность узнать коэффициенты линейной или полиномиальной регрессии.

Заключение. Модуль *polyfit* очень полезен для подгонки простой линейной регрессии и полиномиальной регрессии степени n . Однако это не дает пользователю возможности использовать линейную регрессию с несколькими предикторными переменными, а именно многомерную регрессию. Таким образом, невозможно использовать *NumPy.polyfit()* для нескольких входных переменных, а только для одной входной переменной. Кроме того, модуль *polyfit* не дает пользователю возможности напрямую вычислять коэффициент детерминации R^2 для оценки степени соответствия, коэффициент корреляции Пирсона r , p -значение проверки гипотез и ошибки выборки, связанные с коэффициентами регрессии.

Список литературы

1. *NumPy for Data Science Interviews* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://towardsdatascience.com/NumPy-for-data-science-interviews-1f86e7277add>. – Дата доступа: 12.04.2022.
2. *NUMPY POLYFIT объяснен примерами* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pythobyte.com/NumPy-polyfit-22163/>. – Дата доступа: 12.04.2022.
3. *Five Regression Python Modules That Every Data Scientist Must Know* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://towardsdatascience.com/five-regression-Python-modules-that-every-data-scientist-must-know-a4e03a886853>. – Дата доступа: 12.04.2022.

UDC 004.432.2

USING THE NUMPY LIBRARY AND ITS POLYFIT MODULE FOR DATA SCIENCE

Amialchenia M.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Alexeev V.F. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The article shows the use of the *NumPy* library for the research of data arrays. The *NumPy.polyfit()* module of the *NumPy* library has been studied. The possibility of using the *NumPy.polyfit()* module to perform polynomial regression is investigated. The usefulness of using the module for regression construction is evaluated.

Keywords: *NumPy*, polynomial regression, *NumPy.polyfit*

МАСШТАБИРОВАНИЕ РАЗМЕРОВ ЭЛЕМЕНТОВ В REACT NATIVE

Якимович А.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Алексеев В.Ф. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Рассмотрена проблема реализации графического пользовательского интерфейса для приложений, изучены способы масштабирования размеров элементов в *React Native* для создания адаптивного пользовательского интерфейса

Ключевые слова: *React Native*, адаптивный интерфейс, разработка приложения.

Введение. Разработка приложения может включать в себя множество этапов, каждый из которых решает определенный спектр задач и в каждом из которых можно столкнуться с определенными трудностями.

Один из этапов, который можно выделить, это построение графического пользовательского интерфейса приложения. Для него характерно наличие такой проблемы, как существование у пользователей множества устройств с дисплеями которые по своим характеристикам могут сильно отличаться друг от друга. Это не позволяет повсеместно использовать статические значения для задания размеров различных графических элементов при построении интерфейса [1–3].

Автором рассмотрены способы масштабирования элементов для фреймворка *React Native*.

Основная часть. Рассмотрение следует начать с характеристик дисплея поскольку существует большое разнообразие последних и, в связи с этим приходится применять масштабирование элементов интерфейса. К таким характеристикам можно отнести:

- разрешение;
- размер;
- соотношение сторон.

Разрешением дисплея называют величину, которая определяет количество точек (пикселей – элементов растрового изображения), размеры которого обычно выражают в виде количества пикселей по горизонтали и вертикали, например 3840 на 2160, 1920 на 1080, 1280 на 720, 640 на 480 и т.д. Разнообразие разрешений дисплеев огромное множество, на рисунке 1 представлена статистика распространенности разрешений мобильных дисплеев на рынке за 2021 год. Как видно из представленной статистики, нельзя вычленить какое-то небольшое количество вариантов, которые бы покрыли большую часть устройств.

Под размерами дисплея подразумевается размеры матрицы пикселей. Обычно размер определяется по диагонали дисплея и измеряется в дюймах или сантиметрах.

Соотношение сторон вытекает из разрешения дисплея, т.е. из его пропорций количества строк пикселей высоты и ширины, т.к. обычно пиксели современных дисплеев имеют квадратную площадь или близкую к ней.

Основная часть. Рассмотрим один из способов масштабирования в фреймворке *React Native*. *React Native* – это кроссплатформенный фреймворк с открытым исходным кодом для разработки нативных приложений [4]. Для того чтобы решить проблему масштабирования в данном фреймворке, представим, что необходимо реализовать в приложении некий графический пользовательский интерфейс, который был уже воссоздан в дизайнерском макете (рисунок 2). Далее необходимо написать такой код, для приложения который мог бы воспроизвести первоначальную задумку. Одним из шагов в написании такого кода будет инициализация размеров графических компонентов. В *React Native* существует несколько способов установки размеров компонентов. Для этого зачастую в компонентах есть

специальные *props* [5] (объявленные переменные, передаваемые внутрь компонента которые влияют на его состояние), отвечающие за высоту и ширину компонента.

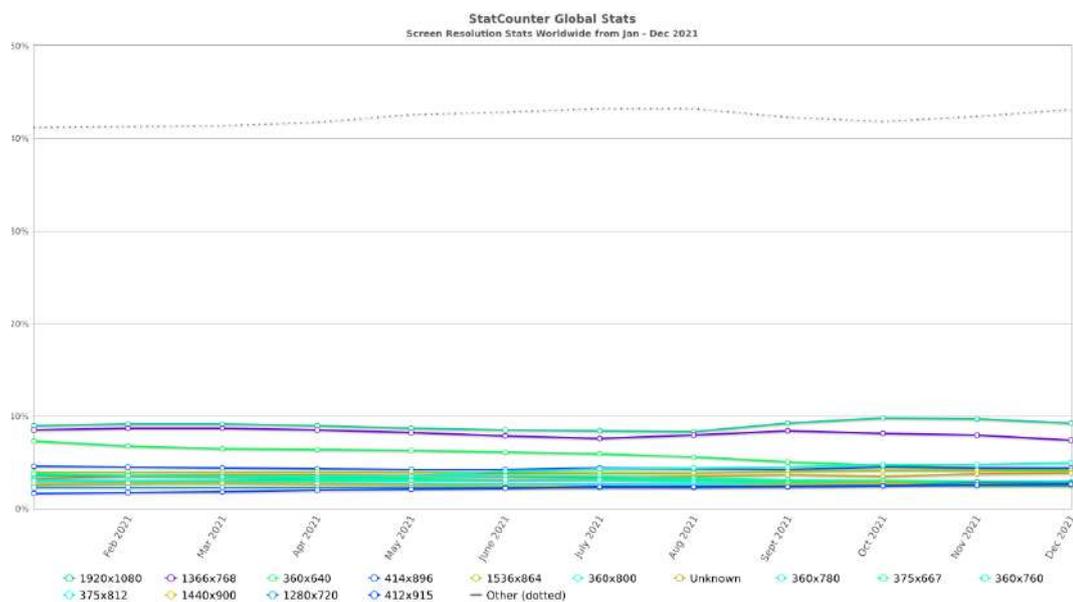


Рисунок 1 – Статистика с сайта statcounter.com по всем платформам

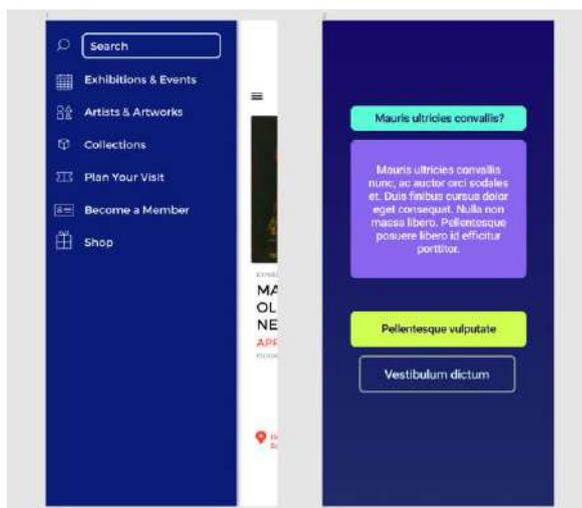


Рисунок 2 – Пример дизайнерского макета

Если рассматривать один из базовых компонентов *React Native* – *View* [6] – то он имеет *prop style*, в который необходимо передавать объект, содержащий в себе в том числе и переменные отвечающие за высоту и ширину компонента. В эти переменные можно передавать такие типы данных как: строковые, числовые, или неопределенный [7]. Если не вводить никаких переменных, то компонент будет занимать столько места сколько занимают его дочерние компоненты. В случае строкового типа данных необходимо ввести желаемое процентное соотношение, которое займет компонент от родительского компонента. И в некоторых случаях такой подход может использоваться для масштабирования интерфейса, но не всегда. Возникает проблема, когда компонент должен использоваться в динамических структурах, например, в списках. Если у устройства соотношение сторон не совпадает с эталонным образцом. А также возникает проблема в передаче масштабов от дизайнерского макета. Если ввести числовое значение, то размер компонента будет задан статически в пикселях. Но тут возникает проблема, которая описывалась ранее, разнообразие дисплеев у возможных пользователей приложения может привести к слишком большим несоответствиям от изначально задуманной идеи и может привести к полной неработоспособности приложения

т.к. компоненты визуально могут быть как слишком велики и перекрывать друг друга, так и иметь слишком малый размер. Таким образом мы не можем задавать размер просто через статические переменные.

Для того чтобы решить эту проблему нужно понимать, что компоненты, которые входят в первоначальную идею, воссозданную в растровом дизайнерском макете или же уже реализованная в коде под какой-то определенный дисплей, уже имеют свой размер в пикселях. Мы не можем просто так статично переносить данный код под другой дисплей т.к. он написан под определенный дисплей и разрешение экрана. Но мы можем преобразовать наш эталонный пиксельный размер под экраны другого размера. Вначале понадобится узнать размер в пикселях доступный для приложения. Для этого можно воспользоваться базовым компонентом *React Native – Dimensions* – который при использовании его функции *get* и передачи параметра *window* вернет нам объект содержащий в себе высоту и ширину экрана [6]. После чего полученное значение высоты или ширины следует поделить соответственно на ширину или высоту эталонного экрана. В итоге мы получаем коэффициент масштабирования соответственно по ширине или по высоте. Далее данный коэффициент умножаем на эталонный размер компонента и получаем тот размер пикселей, который пропорционален относительно размера текущего экрана устройства.

Заключение. Разнообразие дисплеев на рынке и специфика разработки приложений имеет свои трудности для создания пользовательского графического интерфейса.

В ходе исследования были выявлены проблемы масштабирования компонентов пользовательского интерфейса, а также предложены способы с помощью, которых можно их решить в фреймворке *React Native*.

Список литературы

1. Статистика доли рынка разрешений экранов по всем платформам с января по декабрь 2021 года. Режим доступа: URL: <https://gs.statcounter.com/screen-resolution-stats/all/worldwide/2021>.
2. Alexseev, V. *Quality and risk management at real economy enterprises* / V. Alexseev, V. Matyushkov, A. Pisarchik // *Scientific Community: Interdisciplinary Research : Proceedings of the 6th International Scientific and Practical Conference, Hamburg, January 26-28 2022 / InterConf. – Hamburg, 2022. – P. 110–116.*
3. Alexseev, V. *Modeling a two-level risk reduction of an enterprise in the formation of staff competence* / V. Alexseev, V. Matyushkov, A. Pisarchik // *Scientific Community: Interdisciplinary Research : Proceedings of the 6th International Scientific and Practical Conference, Hamburg, January 26-28 2022 / InterConf. – Hamburg, 2022. – P. 104–109.*
4. *React Native кроссплатформенный фреймворк с открытым исходным кодом для разработки приложений.* Режим доступа: URL: <https://reactnative.dev/>.
5. Документация *React Native - Использование пропсов в классовых и функциональных компонентах.* Режим доступа: URL: <https://ru.reactjs.org/docs/components-and-props.html>
6. Документация базового компонента *View* в фреймворке *React Native.* Режим доступа: URL: <https://reactnative.dev/docs/0.66/view>
7. *Использование пропсов для ширины и высоты компонента.* Режим доступа: URL: <https://reactnative.dev/docs/height-and-width>
8. Документация *React Native - Использование компонента Dimensions.* Режим доступа: URL: <https://reactnative.dev/docs/dimensions>

UDC 004.4

ELEMENT SIZE SCALING IN REACT NATIVE

Yakimovich A.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Alexeev V.F. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. Considered the problem of implementing a graphical user interface for applications, studied ways to scale the size of elements in *React Native* to create an adaptive user interface.

Keywords. *React Native*, responsive design, application development.

ПРОБЛЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Антоненко И.В., Мальцев Д.О.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Алексеев В.Ф. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Показано, что разработка интерфейсов программных средств, удовлетворяющих требованиям пользователей, является одной из важнейших задач при создании программного обеспечения. Отмечено, что общей тенденцией является усложнение пользовательских интерфейсов, связанное как с увеличением функциональности программ, так и с различными и часто изменяющимися условиями их эксплуатации. По этой причине важно учесть проблемы, которые связаны с разработкой интерфейсов.

Ключевые слова: программное средство, информационная система, интерфейс, идентификация интерфейсов, проблемы разработки интерфейсов

Введение. Разработка интерфейсов программных средств, удовлетворяющих требованиям пользователей, является одной из важнейших задач при создании программного обеспечения. Общей тенденцией является усложнение пользовательских интерфейсов, связанное как с увеличением функциональности программ, так и с различными и часто изменяющимися условиями их эксплуатации.

Одна из проблем при проектировании информационной системы (ИС) связана с разработкой интерфейса. По этой причине важным требованием для каждой ИС, которую мы проектируем, является требование(я) к интерфейсу. Вместе с тем, как писать требования к интерфейсу, почти не освещается в литературе, а то, что есть в литературе, не соответствует друг другу. По этой причине целесообразным является рассмотрение методов проектирования интерфейсов: понимание того, что представляет собой интерфейс, как идентифицировать интерфейсы, как определять и документировать определения интерфейсов, что составляет требования к хорошему интерфейсу, где и как документировать требования к интерфейсу [1–6].

Основная часть. Информационные системы (ИС) являются частью других систем, состоят из подсистем и взаимодействуют с другими системами независимо от того на каком уровне находится интересующая нас система. Это применяется как к простым, так и к сложным системам, аппаратным и программным системам, гибридным аппаратным(программным) комплексы. Эти взаимодействия между нашей системой и другими ИС являются интерфейсами.

Идентификация интерфейсов помогает определить границы системы. Также она помогает понять зависимость проектируемой системы от других систем. Неспособность идентифицировать интерфейс может иметь неприятные последствия.

Идентификация интерфейсов помогает обеспечить совместимость между проектируемой системой и другими системами, с которыми нам необходимо взаимодействовать. Многие проекты пренебрегают идентификацией и контролем своих интерфейсов до тестирования.

Первое знакомство с результатами такой оплошности часто происходит, когда тестировщики узнают, что не могут подключить тестовое оборудование к своей системе для выполнения тестов. Более критическая ситуация происходит, когда мы приводим свою систему в эксплуатацию и обнаруживаем отсутствующий интерфейс, из-за которого наша система не может работать или другая система, зависящая от разработанной нами системы, не может работать. Заблаговременно определяя внешние интерфейсы и управляя ими, мы определяем ключевые драйверы для своего продукта, которые необходимо учитывать в системных требованиях.

Определение интерфейсов также помогает выявить потенциальные проблемные области и риски для нашего проекта. На практике, как правило, могут быть системы, с которыми нам нужно взаимодействовать, которые в настоящее время не существуют, но которые разрабатываются параллельно с нашей системой.

Возникает проблема как можно разработать требования для своей ИС, если мы не знаем, какие у нас интерфейсы или характеристики этих интерфейсов? По этой причине очень важно заранее знать о любых проблемах, связанных с нашими интерфейсами, чтобы можно было обеспечить совместимость с существующими системами или работать с другой разрабатываемой системой, чтобы совместно определить интерфейсы, которые были бы совместимы.

Серьезные проблемы могут возникать и возникают на интерфейсах из-за неотъемлемых рисков, связанных с интерфейсами системы. Поскольку интерфейсы представляют системы, находящиеся вне нашего контроля, то разрабатываемая система уязвима на наших интерфейсах. Если интерфейс не совсем понятен, не определен или подлежит изменению, это повлияет на проектируемую ИС. Существует также проблема от того, что кто-то за пределами нашей системы влияет на производительность разрабатываемой ИС – намеренно или непреднамеренно. Есть старая поговорка: «Если вы хотите саботировать чью-то систему, делайте это через интерфейс».

Из-за важности выявления, определения, разработки требований к интерфейсу и управления этими действиями интерфейсы должны быть главной задачей системного инженера проекта, ведущего инженера-программиста, бизнес-аналитика или любого другого лица, участвующего в разработке требований.

Учитывая важность интерфейсов, можно предположить, что существует стандартный процесс идентификации и определения интерфейсов, разработки требований к интерфейсу и управления этими действиями. К сожалению, такого на практике нет. Учитывая разные культуры внутри отраслей и внутри организаций, каждая из них управляет этими видами деятельности по-разному. Это приводит к путанице в отношении того, где документировать эту информацию и даже как называть эти документы.

Разработка пользовательского интерфейса включает те же основные этапы, что и разработка программного обеспечения:

1. Определение типа интерфейса и общих требований к нему.
2. Определение сценариев использования.
3. Определение пользовательской модели интерфейса.
4. Программирование и тестирование программных интерфейсов.

Первым этапом в разработке пользовательского интерфейса является прототипирование, которое выполняется во время сбора требований к системе. При необходимости для каждого отдельного процесса системы создается частичный прототип, включающий: экранную форму, диалог или отчет. Затем определяются требования разграничения доступа к данным.

После детального рассмотрения процессов определяется количество функциональных элементов разрабатываемой системы. Это позволяет разделить информационную систему на ряд подсистем, каждая из которых реализуется одной командой разработчиков.

Пользователи часто судят о качестве системы в целом, исходя из качества ее интерфейса. Более того, от качества интерфейса зависит эффективность использования системы.

В [3] представлено проектирование опыта взаимодействия в виде пяти уровней:

- стратегии (или идеи);
- набора возможностей;
- структуры;
- компоновки;
- поверхности (или внешнего вида интерфейса).

Эти пять уровней составляют концептуальную основу для обсуждения связанных с опытом взаимодействия проблем и средств их решения. Пять наших слоев делятся на две части (рисунок 1) [5].



Рисунок 1 – Элементы проектирования опыта взаимодействия

Слева – все, что касается использования *Web* как интерфейса программы. Справа – все, что связано с информационной структурой. Каждый уровень зависит от уровней, расположенных ниже, и диапазон выбора решений ограничен решениями, принятыми на нижних уровнях.

На каждом из уровней размещаются элементы проектирования.

Автором в [6] сказано, что пользователи могут быть не в состоянии помочь в технических вопросах планирования продукта. В качестве членов проектной бригады пользователи могут оказать поддержку в рассмотрении технических аспектов задач разработки продукта. Истинный сторонник интересов пользователей может работать с целью привлечь к участию в проекте подходящих людей в подходящее время.

Пользователи могут и не знать, что такое ориентированная на пользователя разработка продукта, или иметь слабое представление о различиях в методах и поставляемых компонентах. Однако другие участники бригады обязаны ответить на вопросы пользователей, объяснить цели их участия в проекте, привести некоторые примеры.

Основываясь на этих разъяснениях, пользователи, участвующие в проекте, могут подать идеи о способах своего участия —включая методы, которые до этого не рассматривались техническими участниками бригады. Для достижения большей эффективности участие

пользователей должно смещаться от пассивных видов деятельности к активному партнерству на всех этапах разработки продукта.

Многие пользователи —эксперты в своей области (например, в управлении ведением бизнеса, помощи клиентам и зарабатывании денег в поддержку деятельности по развитию). Их глубокое знание деловых задач и способов использования компьютеров и ПО играют крайне важную роль.

Опытные разработчики продукта могут быть удивлены и смущены рассуждениями пользователей и деловых людей по поводу требований и продуктов, а также по поводу использования этих продуктов.

Заключение. Независимо от названий, которые мы даем различным документам, содержащим информацию об интерфейсах, существуют некоторые руководящие принципы и рекомендации, которым можно следовать. Эти передовые методы основаны на уроках, извлеченных в результате знакомства с различными подходами к управлению требованиями к интерфейсу, а также изучения того, какие подходы работают лучше всего, а какие, как правило, приводят к проблемам.

Целесообразно выполнять документирование требований к интерфейсу в *SRD* каждой системы вместе со всеми другими системными требованиями. С точки зрения инструмента управления требованиями каждое из требований будет иметь ссылку друг на друга, показывая зависимость, а также каждый имеет ссылку на общий определение. Они также оба будут иметь ссылку на общего родителя.

Список литературы

1. Вигерс, К. Разработка требований к программному обеспечению: Пер. с англ. / К. Вигерс. – Москва : Издательско-торговый дом "Русская Редакция", 2004. – 576 с.
2. Купер, А. Об интерфейсе. Основы проектирования взаимодействия / А. Купер, Р. Рейман, Д. Кронин. – 2. Санкт-Петербург : ООО "Издательство "Символ-плюс", 2016. – 688 с.
3. Гарретт, Дж. Веб-дизайн: Элементы опыта взаимодействия. – Пер. с англ. / Дж. Гарретт. – СПб. : Символ-Плюс, 2008. – 192 с.
4. Скотт, Б. Проектирование веб-интерфейсов. - Пер. с англ. А. Минаевой / Б. Скотт, Т. Нейл. – Санкт-Петербург : Символ-Плюс, 2008. – 352 с.
5. Брусенцова, Т. П. Проектирование интерфейсов пользователя : пособие для студентов специальности 1-47 01 02 «Дизайн электронных и веб-изданий» / Т. П. Брусенцова, Т. В. Кишкурно. – Минск : БГТУ, 2019. – 172 с.
6. Торрес, Роберт, Дж. Практическое руководство по проектированию и разработке пользовательского интерфейса.: Пер. с англ. — М.: Издательский дом "Вильямс", 2002. — 400 с.:

UDC 004.5

PROBLEMS OF CONSTRUCTION OF FUNCTIONAL INTERFACES OF INFORMATION SYSTEMS

Antonenko I.V., Maltsev D.O.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Alexeev V.F. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. It is shown that the development of software interfaces that meet the requirements of users is one of the most important tasks in software development. It is noted that the general trend is the complication of user interfaces, associated both with an increase in the functionality of programs, and with various and often changing conditions for their operation. For this reason, it is important to consider the challenges that come with designing interfaces.

Keywords: software tool, information system, interface, interface identification, interface development problems.

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ УСТРОЙСТВ IOT С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АППАРАТНОЙ И СЕТЕВОЙ ПОДДЕРЖКИ

Кабаков В.П., Чертков А.С., Способ С.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Способ С.П. – магистр техн. наук, подполковник, старший преподаватель кафедры связи БГУИР

Аннотация. В тезисе рассматривается информационная безопасность устройств Интернета вещей с использованием аппаратной поддержки и сетевой для эффективной работы.

Ключевые слова: интернет вещей, безопасность устройств, IoT, киберпреступники.

Введение. IoT – Internet of Things (Интернет вещей) – относительно новая технология, идея о которой появилась еще в 1999 году Кевином Эштоном. В лаборатории Массачусетского университета была представлена метка *RFID* – метка идентификации, позволяющая простейшим объектом ориентировать и определять себя в пространстве с помощью радиоволн. Тогда идея о взаимодействии миллиарда устройств, находящихся на огромных расстояниях между собой казалась нереализуемой. Уже сегодня она объединяет множество устройств в сеть, позволяющую им собирать, анализировать, обрабатывать и передавать между собой данные.



Рисунок 1 – История развития Интернета вещей

Несмотря на то, что поле работы с вопросом безопасности остается огромным, сейчас существуют решения, позволяющие осуществлять развертывание IoT более надежно. Например, для решения проблемы устаревания программного обеспечения устройств, есть возможности эффективных стратегий автоматического обновления.

Благодаря *SOTA (Software Over the Air)* «обновление по воздуху» и *FOTA (Firmware Over the Air)* – «прошивка по воздуху», программное обеспечение подключенных устройств и настройки можно обновлять с помощью беспроводной связи.

Основная часть. Очень немногие устройства используют зашифрованную связь как часть своей первоначальной конфигурации. Они чаще используют обычные веб-протоколы, которые обмениваются данными в виде простого текста, что позволяет хакерам легко наблюдать за ними и выявлять слабые места. Вот почему для всего веб-трафика крайне важно использовать *HTTPS*, безопасность транспортного уровня (*TLS*), безопасный протокол передачи файлов (*SFTP*), расширения безопасности *DNS* и другие безопасные протоколы при общении через Интернет. Устройства, которые подключаются к мобильным приложениям, также должны использовать зашифрованные протоколы, а данные, хранящиеся на флэш-накопителях, должны быть зашифрованы в качестве меры безопасности *IoT*. Только зашифровав данные, вы можете быть уверены, что вредоносное ПО не заразило устройство.

Чтобы защитить продукт компании от перенастройки, можно использовать функции аппаратного корня доверия. Например, если устройство имеет хранилище ключей, его можно использовать для шифрования потока битов или прошивки продукта, чтобы можно было запрограммировать только устройства с определенным ключом. Это эффективно, но действительно безопасно только в том случае, если устройство с ключом имеет встроенные лицензированные меры противодействия *DPA*.

Сгенерированные закрытый и открытый ключи иницируют связь, и облачный сервер с открытыми ключами отправляет каждому устройству контрольный вопрос. Если ответ правильный, предпринимаются следующие шаги для защиты связи на основе шифрования информации с помощью закрытых ключей. Обратитесь к поставщику, у которого есть инфраструктура открытых ключей (*PKI*) и *PUF* для обеспечения высочайшего уровня безопасности данных.

Другие способы реализации безопасности *IoT* включают:

- Контроль доступа к сети. *NAC* может помочь идентифицировать и инвентаризировать устройства *IoT*, подключающиеся к сети. Это обеспечит основу для отслеживания и мониторинга устройств.

- Сегментация. Устройства *IoT*, которым необходимо напрямую подключаться к Интернету, должны быть сегментированы в свои собственные сети и иметь ограниченный доступ к корпоративной сети. Сегменты сети должны отслеживать аномальную активность, где могут быть предприняты действия в случае обнаружения проблемы.

- Шлюзы безопасности. Выступая в качестве посредника между устройствами *IoT* и сетью, шлюзы безопасности обладают большей вычислительной мощностью, памятью и возможностями, чем сами устройства *IoT*, что дает им возможность реализовывать такие функции, как брандмауэры, чтобы гарантировать, что хакеры не смогут получить доступ к устройствам *IoT*, которые они подключают.

- Управление исправлениями/непрерывное обновление программного обеспечения. Крайне важно предоставить средства обновления устройств и программного обеспечения либо через сетевые подключения, либо с помощью автоматизации. Координированное раскрытие уязвимостей также важно для скорейшего обновления устройств. Рассмотрите также стратегии окончания срока службы.

Заключение. Однако в настоящий момент главная проблема у *IoT* – его уязвимость к кибератакам. Причиной тому является ежегодное увеличение количества подключенных устройств, поэтому возрастают риски несанкционированного доступа в *IoT*-систему.

Причина кроется в большом количестве заводов без централизованного управления и реализации безопасности. Например, хакеры могут изменять параметры контура управления, вмешиваться в производственную логику, изменять состояние робота и многое другое. Группа исследователей решила продемонстрировать, какой ущерб на самом деле может нанести взломанный робот. Они обнаружили уязвимости в системе робота-манипулятора и смогли

запрограммировать робота так, чтобы он наносил ущерб продуктам, которые он производил на миллионы долларов.

Киберпреступники не остановятся ни перед чем, даже перед взломом медицинского оборудования. Примером является атака программы-вымогателя *WannaCry* на Национальную службу здравоохранения в 2017 году, которая затронула компьютеры, томографы и операционное оборудование и поставила под угрозу множество жизней. Вот почему безопасность устройств *IoT* имеет решающее значение.

Список литературы

1. "Информационная безопасность устройств IoT с использованием аппаратной поддержки" <https://habr.com/ru/post/534300/>
2. "Информационная безопасность интернета вещей (IoT)" <https://center2m.ru/informatsionnaya-bezopasnost-veschey>
3. "Что такое IoT и что о нем следует знать" <https://habr.com/ru/company/otus/blog/549550/>
4. "IoT security" IoT Security: Its importance and how to improve it | ALSO\
5. "Hardware security in IOT" <https://embeddedcomputing.com/technology/security/hardware-security-in-the-iot>

UDC 004.056

INFORMATION SECURITY OF IOT DEVICES USING HARDWARE AND NETWORK SUPPORT

Kabakov V.P., Chertkov A.S., Method S.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Sposob S.P. – Master of Technical Sciences

Annotation. The article discusses the information security of Internet of Things devices using hardware support and network for efficient operation.

Keywords: Internet of things, device security, IoT, cybercriminals.

УДК 004.355.1

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВООРУЖЕННЫХ СИЛАХ

Мажейко А.Р., Способ С.П.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Способ С.П. – магистр тех. наук, подполковник, старший преподаватель кафедры связи БГУИР

Аннотация. В статье рассматриваются высокие технологии в вооруженных силах разных стран мира и дальнейшее их развитие.

Ключевые слова: искусственный интеллект, экзоскелет, автономные системы.

Введение. Высокотехнологичные разработки вооруженных сил с использованием дистанционно управляемых, полуавтономных и автономных систем все больше продвигаются вперед и последовательно продолжают эволюцию в военном деле в течении последних 15 лет. Центральной движущей силой чрезвычайно возросшего интереса к робототехнике в армии является желание защитить своих солдат и тем самым снизить вовлечение человека в боевые действия.

Основная часть. Во всем мире вооруженные силы начали изучать использование искусственного интеллекта в военных целях. Армия при этом не является исключением. Области, в которых искусственный интеллект может использовать свои сильные стороны, оптимизировать и ускорить процессы в армии, включают, например, логистику, прогнозное обслуживание, поддержку и руководство операциями, а также анализ больших запасов данных для раннего выявления угроз. Значительно более проблемной областью является использование ИИ для повышения автономности в системах оружия – вплоть до полностью автономных систем оружия, которые выбирают и сражаются с целями без контроля человека.

До сих пор в общепринятом определении термина автономии в системах вооружения отсутствует. Но в международном профессиональном обсуждении все чаще выделяется соблюдение определения функциональной автономии - не в последнюю очередь потому, что такие игроки, как США или Международный комитет Красного Креста (МККК), официально присвоили себе такое понимание автономии оружия. Согласно этому определению, полностью автономные системы оружия будут самостоятельно проходить цикл принятия решений по борьбе с целями после их активации с помощью датчиков и программного обеспечения, то есть в отличие от систем с дистанционным управлением без человеческого контроля или надзора. Этот цикл таргетинга включает в себя станции *find, fix, track, target, engage u assess* – сокращенно *F2T2EA*. Таким образом, законы, особенно в рамках международно-правового, этического и политического выбора и борьбы с целями, которые, как их называет МККК, являются „критическими функциями“ цикла нацеливания, были бы лишены права распоряжаться людьми, особенно в рамках международно-правового, этического и политического выбора и борьбы с целями, которые, как их называет МККК, являются "критическими функциями" цикла нацеливания.

Если принять эту концепцию, при внимательном рассмотрении уже сегодня существуют системы оружия, которые можно назвать автономными. Например, израильская система Гарпия нацелена на радиолокационные установки и уже проходит цикл наведения вне полномочий человека.

Также одним из примеров высокотехнологичного оснащения солдата является экзоскелет. В России представили первый отечественный образец боевого экзоскелета с электродвигателями. Его основным достоинством является возможность использования как в активном, так и в пассивном режиме.



Рисунок 1 – Экзоскелет Ратник 3

Заключение. У экзоскелетов очень хорошие перспективы. Еще вчера подобные технологии казались выдумкой, фантастикой, а сегодня это уже, можно сказать, реальность. При использовании экзоскелета энергетические затраты при беге и ходьбе снижаются – на 15%, позволяет нести до 100 кг груза и стрелять из автоматического оружия на 20% точнее.

Список литературы:

1. <https://www.hsfk.de/forschung/projekte/projekt/die-technisierung-des-krieges-robotik-und-hochtechnisierung-der-streitkraefte>
2. <https://www.baks.bund.de/de/arbeitspapiere/2018/kuenstliche-intelligenz-in-den-streitkraeften-zum-handlungsbedarf-bei-autonomie>
3. <https://www.mil.by/ru/>
4. <https://www.mk.ru/politics/2017/12/22/armiya-vysokikh-tehnologiy-kakimi-proryvami-mogut-pokhvastatsya-rossiyskie-voennye>
5. <http://redstar.ru/proryvnye-tehnologii-na-vseh-napravle>

UDC 004.355.1

HIGH TECHNOLOGY IN THE ARMED FORCES

Mazheiko A.R., Sposob S.P.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics Minsk, Republic of Belarus

Supervisor: Lieutenant Colonel S.P. Sposob – Master of Technical Sciences. Sciences'

Annotation. The article considers high technologies in the armed forces of different countries of the world and their further development.

Keywords: artificial intelligence, exoskeleton, autonomous systems.

РАЗРАБОТКА ПРЕДМЕТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ЯЗЫКА ДЛЯ ОПИСАНИЯ АЛГОРИТМОВ ПЛАТФОРМЫ “GALILEOSKY”

Кулагин Г. А.

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,
г. Пермь, Российская Федерация

Научный руководитель: Лядова Л. Н. – канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры ИТБ

Аннотация. Статья представляет результаты применения DSM-подхода для разработки языка описания алгоритмов для управления устройствами компании GalileoSky в рамках проекта компании по созданию собственной DSM-платформы. Проведен анализ находящихся в открытом доступе алгоритмов, доступных для использования на устройствах GalileoSky, в результате которого выявлены требования к предметно-ориентированному языку. Разработан язык описания алгоритмов компании с использованием DSM-среды MetaEdit+. Проведена апробация языка для нескольких предметных областей компании.

Ключевые слова: DSM, предметно-ориентированный язык, GalileoSky, язык описания алгоритмов

Введение. Для получения качественной программной системы (ПС) в процесс ее разработки должны быть вовлечены эксперты в предметной области. Сторонние специалисты могут не обладать навыками использования стандартных средств проектирования ПС, а разработчики могут не обладать достаточно глубокими знаниями предметной области разрабатываемой системы. Возникает проблема – семантический разрыв между языковыми средствами, используемыми экспертами и IT-специалистами.

Решить эту проблему призвано предметно-ориентированное моделирование (*Domain-Specific Modeling, DSM*) [1]. Подход заключается в создании узконаправленных визуальных языков для решения задач проектирования ПС в различных областях. В области *DSM* активно ведутся исследования, посвященные разработке предметно-ориентированных языков (*Domain-Specific Languages, DSL*) [2, 3], а также инструментальных средств, реализующих *DSM*-подход (*DSM*-платформ, или языковых инструментариев) и методов их создания [4, 5].

Компания *GalileoSky* занимается разработками программно-аппаратных комплексов для различных предметных областей с помощью собственной платформы *Easy Logic*, активно привлекая к разработке экспертов. В настоящее время компания использует стандартные нотации, не отражающие специфику решаемых задач, поэтому актуальной является задача исследования возможности использования *DSM*-подхода. В рамках этой задачи требуется создание системы языков. В данной статье представлены результаты решения задачи разработки *DSL* описания алгоритмов работы устройств компании, которая разбивается на следующие этапы: анализ требований к языку; разработка метамодели; апробация языка.

Анализ требований к языку. На основе анализа доступных алгоритмов для устройств *GalileoSky* были выставлены требования к разрабатываемому предметно-ориентированному языку.

1. Алгоритм всегда должен начинаться с события, но не обязан завершаться событием.
2. Должны быть предусмотрены инструменты создания пользовательских переменных и выполнения простых математических действий с ними.
3. Должен быть предусмотрен таймер.
4. Должны быть предусмотрены инструменты управления портами устройства.
5. Должно быть предусмотрено ветвление потоков по условию.
6. При определении некоторых действий может потребоваться указание параметров (номер телефона для отправки сообщения).

7. Должны быть предусмотрены конструкции для внесения пояснений к элементам модели.

Разработка метамодели. С учетом этих требований была разработана метамодель языка, подходящая для описания простейших алгоритмов платформы *GalileoSky*. При создании метамодели и графических элементов языка использовалась среда *MetaEdit+*. В дальнейшем метамодель была расширена элементами для трех предметных областей *GalileoSky*: безопасное вождение, географические зоны и управление подключениями и передачей данных (рисунок 1).

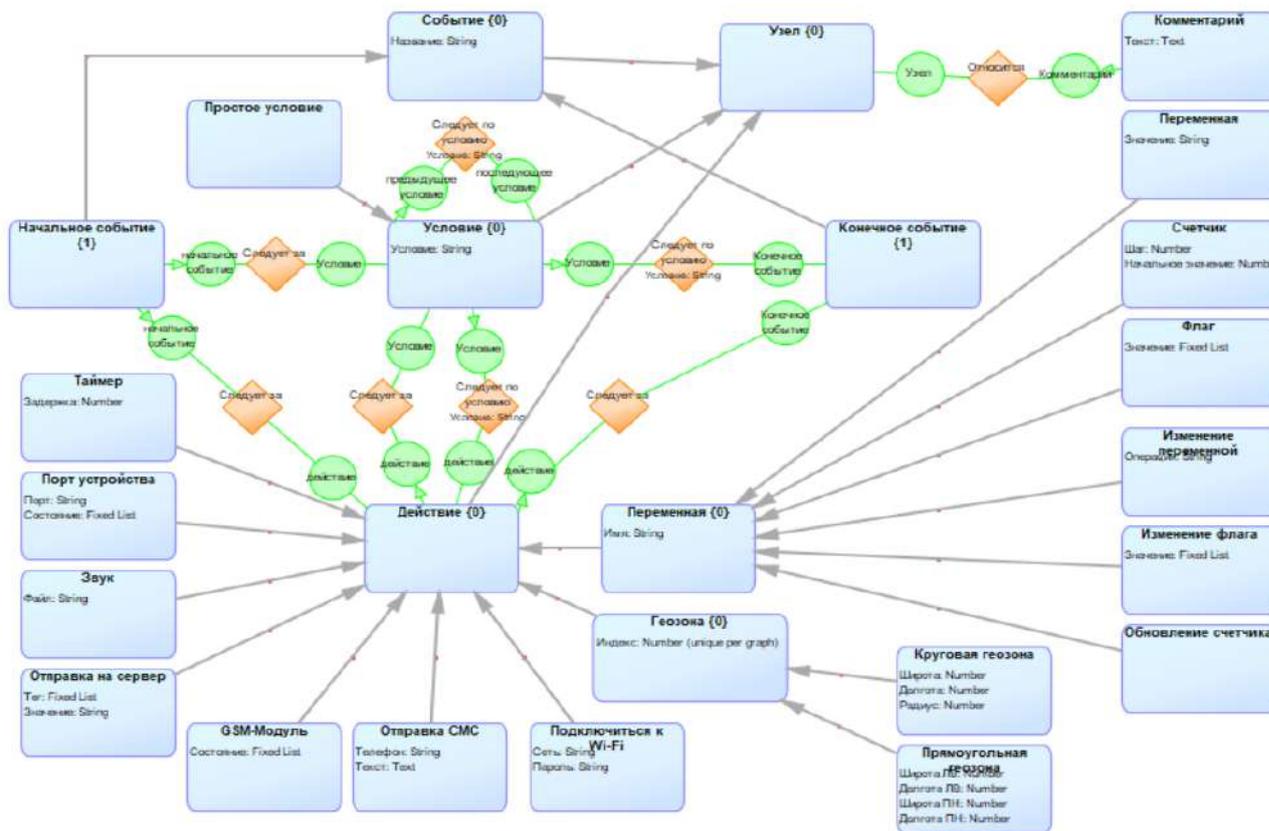


Рисунок 1 – Финальная метамодель языка

За счет абстрактных объектов «Действие», «Событие» и «Условие» метамодель обладает высоким потенциалом доработки для любой предметной области компании. Доработка заключается в добавлении новых объектов, наследуемых от указанных абстрактных объектов метамодели, отражающих свойства соответствующих элементов в конкретной предметной области. Например, для области управления подключениями и передачи данных были добавлены сущности «Отправка СМС», «Подключиться к Wi-Fi», «GSM-модуль».

Апробация языка. Для каждой из рассмотренных предметных областей была выполнена постановка задачи и создан алгоритм, решающий эту задачу на разработанном DSL. Например, алгоритм безопасного вождения (рисунок 2) каждую секунду проверяет наличие пристегнутого водительского ремня и включенных фар при движении автомобиля.

Заключение. Разработка *DSL* для различных предметных областей и моделей с их использованием показала, что выразительные способности предметно-ориентированного языка находятся на высоком уровне, позволяя описывать всевозможные конструкции, избегая при этом избыточности выразительных средств. При этом сам *DSL* обладает потенциалом для дальнейшей детализации под выбранную предметную область. Облегчается процесс изучения языка, в особенности для специалистов, не знакомых с процессами разработки программных систем, так как моделирование систем ведется в терминах определенной предметной области.

Кроме того, продемонстрирована перспективность и практическая значимость подхода для его реализации – создания языкового инструментария – и его интеграции в средства разработки GalileoSky.

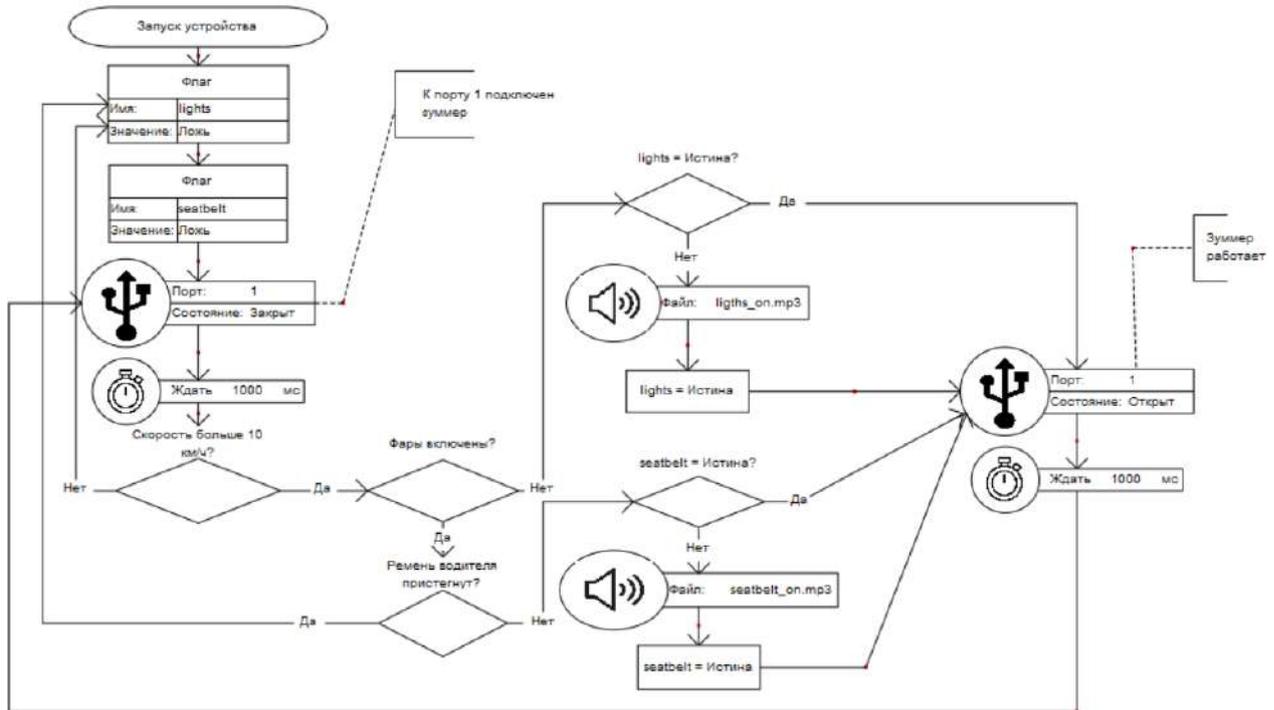


Рисунок 2 – Задача безопасного вождения

Список литературы

1. Кознов, Д. В. Основы визуального моделирования / Д. В. Кознов. – М: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 248 с.
2. Сухов, А.О. Предметно-ориентированный язык описания моделей систем типа «Умный дом» / А.О. Сухов, Н.А. Семков // Математика программных систем: межвуз. сб. науч. ст. / Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2013. – Вып. 10. – С. 47-53.
3. Литвинов, Ю. В. Методы и средства разработки графических предметно-ориентированных языков : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.11 / Ю. В. Литвинов. – СПб., 2016. – 215 л.
4. Лядова, Л. Н. Метамоделирование как основа средств разработки профессионально-ориентированных информационных систем / Л. Н. Лядова // Математика программных систем: межвуз. сб. науч. ст. / Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2012. – Вып. 9. – С. 20-32.
5. Сухов, А. О. Разработка инструментальных средств создания визуальных предметно-ориентированных языков : Дис. ...канд. ф.-м. наук : 05.13.11 / А.О. Сухов. – М., 2013. – С. 157.

UDC 004.434

DEVELOPMENT OF A DOMAIN-SPECIFIC LANGUAGE FOR DESCRIBING ALGORITHMS FOR THE “GALILEOSKY” PLATFORM

Kulagin G. A.

HSE University, Perm, Russian Federation

Lyadova L.N. – PhD, associate professor, docent of the department of Informational Technologies in Business

Annotation. This article presents the results of the DSM approach to develop an algorithm description language for managing GalileoSky devices as part of the company's project to create its own DSM platform. An analysis of publicly available algorithms available for use on GalileoSky devices was performed. Requirements for a domain-specific language were defined. A language for describing the company's algorithms using the MetaEdit+ DSM-platform was developed. The language was tested in several subject areas of the company.

Keywords: DSM, domain-specific language, Galileosky, algorithm language

АДАПТАЦИЯ СИСТЕМЫ VIBREADER К ИСТОЧНИКАМ ПУБЛИКАЦИЙ И СТИЛЯМ ФОРМАТИРОВАНИЯ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИХ ОПИСАНИЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СИСТЕМАТИЧЕСКОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ЛИТЕРАТУРЫ

Скоробогатова М.М.

Пермский государственный национальный исследовательский университет,
г. Пермь, Российская федерация

Научный руководитель: Дацун Н.Н. – канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры МОВС

Аннотация. Решена проблема расширения перечня предметных областей при проведении систематического картографирования литературы в системе BibReader за счет автоматизированного добавления новых источников публикаций. Предложен подход к адаптации системы BibReader к стилям библиографических описаний.

Ключевые слова: BibReader, библиографическое описание, источники публикаций, систематическое картографирование литературы, стили форматирования

Введение. *BibReader* [1, 2] – это система обработки метаданных публикаций цифровых библиотек, предоставляющая возможность автоматического скрининга этих публикаций для систематического картографирования литературы (*Systematic Mapping Study, SMS*) [3].

В настоящий момент система BibReader автоматизирует следующие этапы *SMS*:

- скрининг документов,
- сбор статистики,
- фильтрация,
- классификация,
- составление библиографических описаний.

Скрининг документов состоит из двух этапов: удаление дубликатов и отбор релевантных документов. Они порождают соответственно два корпуса документов: уникальных и релевантных. Последний используется для выполнения остальных этапов *SMS* [3].

В текущей версии *BR* набор источников публикаций фиксированный, но исследователям может потребоваться провести картографирование публикаций из других цифровых библиотек. Результатом *SMS* является текст научной публикации, у которой в зависимости от требований издательства должен быть свой соответствующий стиль оформления библиографических описаний. Таким образом, система *BibReader* нуждалась в адаптации к новым источникам публикаций и стилям библиографических описаний.

Данная работа посвящена подходу, использованному для реализации этой цели.

Основная часть. Для достижения поставленной цели необходимо решить две задачи, проиллюстрированные на рисунке 1:

- адаптация системы к новым предметным областям путем автоматизации добавления новых источников для этапа скрининга документов;
- автоматизация составления библиографических описаний и добавления новых стилей форматирования.

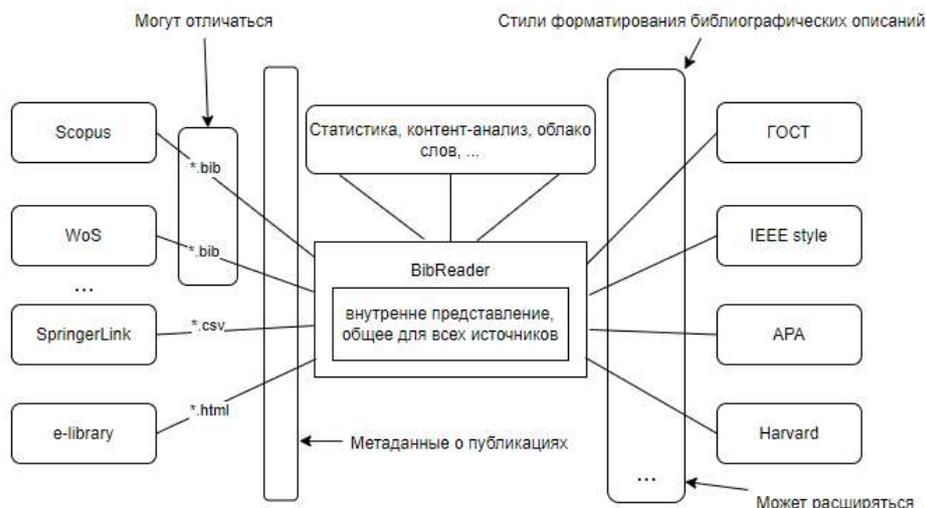


Рисунок 1 – Задачи по адаптации системы BibReader к новым источникам публикаций и стилям форматирования библиографических ссылок

Импорт метаданных публикаций в систему *BibReader* происходит главным образом в формате *BibTex*, т.к. он является одним из наиболее распространенных форматов экспорта среди цифровых библиотек. Однако, его внутреннее представление варьируется от источника к источнику.

На рисунке 2 представлено сравнение формата *BibTex* для разных источников публикаций.

<pre>@inproceedings{1829120820180101, Address = {Amrita Vishwa Vidyapeetham, School of Biotechnology, Amritapuri campus, Clappana P.O., Kerala, Kollam, 690 525, India, 77649}, Author = {Radhamani, R. and Divakar, A. and Nair, A.A. and Sivadas, A. and Mohan, G. and Nizar, N. and Nair, B. and Achuthan, K. and Diwakar, S.}, Title = {Virtual Laboratories in Biotechnology are Significant Educational Informatics Tools.}, ... }</pre>	<pre>@ARTICLE{Filipovikj2016748, author={Filipovikj, P. and Mahmud, N. and Marinescu, R. and Seceleanu, C. and Ljungkrantz, O. and Lönn, H.}, title={Simulink to UPPAAL statistical model checker: Analyzing automotive industrial systems}, journal={Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)}, year={2016}, ... }</pre>	<pre>@article{3457751620210921, Abstract = {Pallet management as a backbone of logistics and supply chain activities <...>}, Author = {Wu, Chun-Ho and Tsang, Yung-Po and Lee, Carman Ka-Man and Ching, Wai-Ki}, ... Title = {A Blockchain-IoT Platform for the Smart Pallet Pooling Management.}, Volume = {21}, ... Year = {2021}, }</pre>
Inspec	Scopus	Medline

Рисунок 2 – Сравнение формата BibTex разных источников

В результате сравнения форматов *BibTex* различных цифровых библиотек были выявлены следующие особенности:

- различные форматы id публикаций,
- наличие/отсутствие двойных фигурных скобок,
- названия тегов с заглавной/строчной буквы,
- наличие/отсутствие пробелов между названием тега, знаком «=>» и значением тега,
- различный порядок тегов.

Таким образом, для идентификации нового источника достаточно обнаруживать данные особенности при поступлении публикаций из него и сохранять их. Окно добавления нового источника публикаций представлено на рисунке 3.а).

Для решения проблемы формирования библиографических ссылок и добавления новых стилей форматирования изначально планировалось использование онтологически управляемого подхода. Однако, при проектировании онтологии выяснилось, что легковесной онтологии типа $O = \langle C, R \rangle$, где C – концепты, R – отношения, недостаточно, потому что в этом случае не хватает компоненты, которая будет осуществлять генерацию библиографического описания.

В качестве альтернативы онтологиям был рассмотрен вариант использования *The Citation Style Language (CSL)* – формата на основе XML для описания форматирования цитат, примечаний и библиографий, который имеет:

- открытый формат,
- компактные и прочные стили,
- расширенная поддержка требований к стилю,
- автоматическая локализация стилей,
- инфраструктура для распространения и обновления стилей,
- тысячи свободно доступных стилей (лицензия *Creative Commons BY-SA*) [4].

Для работы с данной спецификацией существуют CSL-процессоры с открытым исходным кодом, реализованные на различных языках программирования. Однако, при попытке имплементации их в системе *BibReader* возникли следующие проблемы:

- разработка процессора на языке C# (языке, на котором разработана система *BibReader*) была давно остановлена и не была закончена;
- попытки интеграции доработанных и актуальных версий процессора на языках *Java* и *Javascript* не увенчались успехом, поскольку существующие инструменты перехода от этих языков к C# либо не поддерживают необходимые версии языков, либо являются проприетарными.

В конечном итоге было принято решение разработать отдельное приложение-сервер, реализующее работу с CSL-процессором, к которому основное приложение системы *BibReader* могло бы делать запросы и получать библиографические описания.

Приложение-сервер было реализовано на языке Javascript с использованием реализации CSL-процессора *citation-js* [5]. Обновленная архитектура системы *BibReader* представлена на рисунке 3.б).

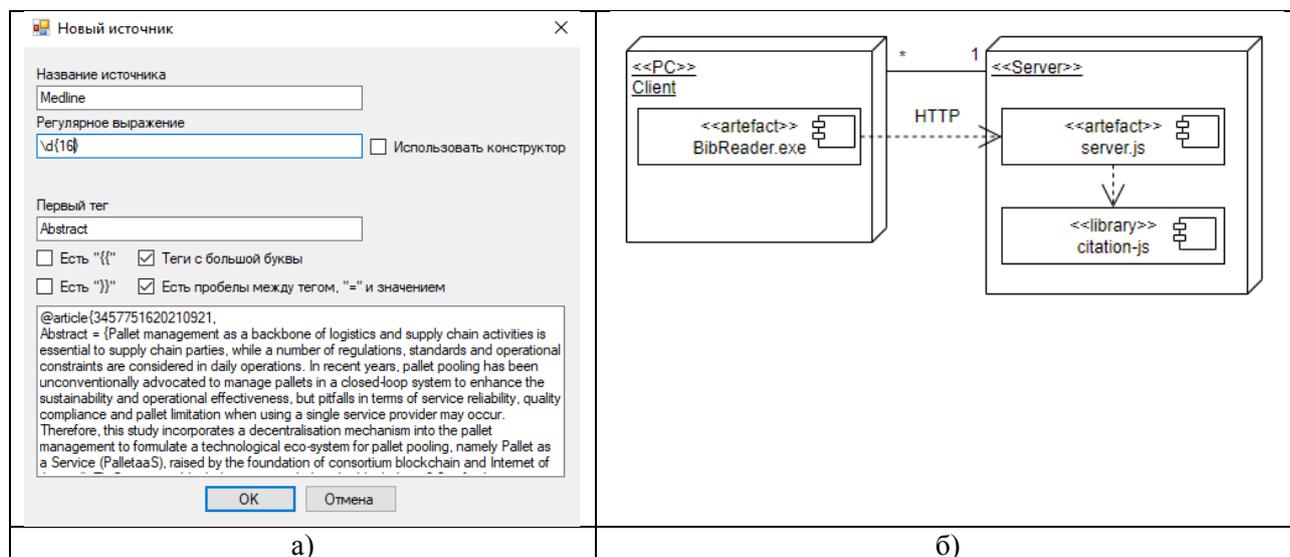


Рисунок 3 – Реализация задач, поставленных для адаптации системы BibReader к новым источникам публикаций и формированию библиографических описаний

Заключение. Достигнута цель по адаптации системы *BibReader* к новым источникам публикаций и стилям библиографических описаний.

Проведен анализ формата *BibTex* для разных цифровых библиотек. Автоматизировано добавление новых источников публикаций, что позволяет пользователям самостоятельно настраивать под свою задачу набор предметных областей для реализации *SMS*.

Разработано приложение-сервер на языке Javascript, использующее *CSL*-процессор для формирования библиографических ссылок для множества различных стилей форматирования.

Список литературы

1. Субботин Е.А., Дацун Н.Н. Система автоматизации скрининга публикаций для систематического обзора литературы // Математика и междисциплинарные исследования – 2019 [Электронный ресурс]: материалы Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых с междунар. участием (г. Пермь, 15–18 мая 2019г.). / гл. ред. А.П. Шкарапута, Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Электрон. дан. – Пермь, 2019. С. 363-367.

2. Шукина М.И., Дацун Н.Н. Совершенствование реализации этапов систематического картографирования литературы в системе *BibReader* // Математика и междисциплинарные исследования – 2020 [Электронный ресурс]: материалы Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых с междунар. участием (г. Пермь, 12–14 октября 2020г.). / гл. ред. А.П. Шкарапута, Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Электрон. дан. – Пермь, 2020. С. 78-83.

3. Kitchenham B. Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. EBSE Technical Report. Version 2.3, 2007. 57 с.

4. CSL 1.0.2 Specification.URL: <https://docs.citationstyles.org/en/stable/specification.html> (дата обращения: 10.04.2022)

5. Citation.js.URL: <https://citation.js.org/> (дата обращения: 10.04.2022)

UDC 002.513.5+004.91

ADAPTATION OF THE BIBREADER SYSTEM TO PUBLICATIONS SOURCES AND FORMATTING STYLES OF BIBLIOGRAPHIC CITATIONS FOR SYSTEMATIC MAPPING STUDY

Skorobogatova M.M.

Perm State University, Perm, Russian Federation

Datsun N.N. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of software computing systems

Annotation. The problem of expanding the list of subject areas during the systematic mapping study in the *BibReader* system due to the automated addition of new publications sources has been solved. An approach to adapting the *BibReader* system to the styles of bibliographic citations is proposed.

Keywords: *BibReader*, bibliographic citation, publication sources, systematic mapping study, formatting styles

РАЗМЕЩЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ НА ГИБКО-ЖЕСТКОЙ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЕ НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

Галимов И.Р.

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ,
г. Казань, Российская Федерация

Научный руководитель: Суздальцев И.В. – старший преподаватель кафедры САПР

Аннотация. В данной работе рассматривается задача размещения элементов на гибко-жесткой печатной плате с учетом теплового критерия с использованием генетического алгоритма. Представлен генетический алгоритм решения задачи, а также алгоритм теплового анализа для нахождения значений температур элементов. Показан пример оптимального размещения, реализованный в программном модуле.

Ключевые слова: гибко-жесткая печатная плата, тепловой критерий качества, генетический алгоритм, размещение элементов.

Введение. Высокая плотность размещения элементов электронно-вычислительной аппаратуры создает большие трудности при конструктивной реализации соединений между ними. В этой связи задача размещения элементов на плоскости определяет быстроту и качество трассировки [1].

Анализ тепловой совместимости является важным критерием в данной задаче, так как эффекты, вызванные тепловыми процессами при функционировании готового устройства, могут привести к выходу его из строя.

Целью данной работы является разработка алгоритма, реализующего размещение элементов на гибко-жесткой печатной плате (ГЖПП) с учетом теплового критерия.

Основная часть. Содержательной постановкой задачи является определение координат размещения элементов на жестких частях печатной платы с учетом ограничений и выбранного теплового критерия качества.

Для оценки качества размещения выбирается решение с минимальной максимальной температурой элементов на ГЖПП. Температура элементов определяется исходя из решения дифференциального уравнения теплопроводности Фурье-Киргофа (формула 1).

Дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье-Киргофа для решения задачи теплового анализа [2]:

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial y} \right) + q, \quad (1)$$

где ρ – плотность материала,

C_p – теплоемкость материала,

∂T – изменение функции температуры за временной шаг,

∂t – шаг исследования по времени,

∂x – шаг исследования по координате x ,

λ – коэффициент теплопроводности платы,

∂y – шаг исследования по координате y ,

q – количество теплоты, выделенной в единицу времени, в единицу объема.

При рассмотрении задачи размещения элементов на ГЖПП, в отличие от обычной печатной платы, необходимо учитывать ряд других ограничений. Так при размещении элементов на жестких частях платы необходимо проверять как отсутствие пересечений с другими уже размещенными на данной плате элементами, так и с элементами, расположенными на другой жесткой части ГЖПП. Введение данного ограничения связано с тем, что размещенные элементы не должны мешать сгибанию ГЖПП.

Таким образом ограничениями данной задачи являются: взаимное не пересечение посадочных мест элементов друг с другом; размещение элементов в пределах монтажной плоскости ГЖПП; не пересечение посадочных мест элементов с запрещенными зонами; не пересечение элементов при сгибании ГЖПП.

В качестве алгоритма был выбран генетический алгоритм. Данный алгоритм основан на 5-ти процедурах: генерация начальной популяции, формирование родительских пар, скрещивание, мутация, селекция. Популяция содержит множество решений, т.е. особей. Каждая особь содержит в себе две хромосомы. Первая хромосома описывает порядок размещения элементов, а вторая хромосома описывает ориентацию элементов в пространстве (вертикальная, горизонтальная). В процедуре селекции происходит декодирование каждой особи, после чего проводится тепловой анализ каждой особи. После определения значений целевой функции каждой особи, с помощью элитной селекции выбираются лучшие из них.

Алгоритм дешифровки. Заранее, основываясь на второй хромосоме, все элементы принимают свое горизонтальное или вертикальное положение, затем начинается размещение элементов в том порядке, который указан в первой хромосоме особи. Размещение начинается с левого нижнего угла рассматриваемой жесткой части ГЖПП, размещение происходит слева-направо, снизу-вверх. Если элемент не удается разместить на текущей жесткой части, то размещение начинается с другой. Таким образом если все элементы не были размещены, то данную особь не удалось дешифровать, после чего она удаляется из рассматриваемого множества особей.

Например, проведем дешифровку особи с хромосомами: $\{1,5,7,3,8,6,2,4\}$; $\{0,0,1,0,1,1,1,0\}$. Максимальная высота размещаемых элементов на первой жесткой части: 20мм; на второй: любая. Высота элементов: элемент[1] = 15мм; элемент[2] = 10мм; элемент[3] = 5; элемент[4] = 15мм; элемент[5] = 5мм; элемент[6] = 25мм; элемент[7] = 25мм; элемент[8] = 10мм;

На рисунке 1 представлено дешифровка данной особи.

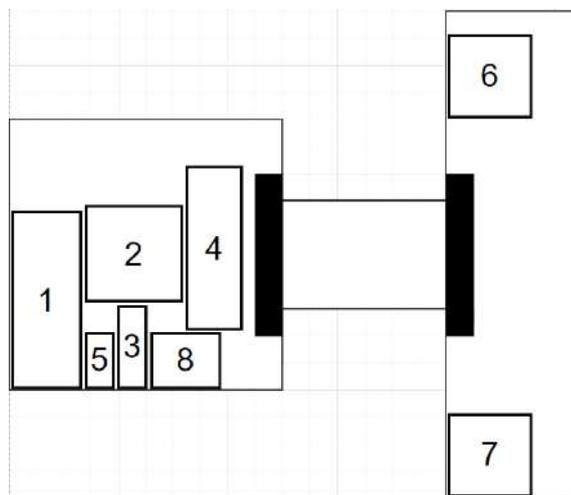


Рисунок 1 – Результат дешифровки особи

В ходе работы была создана программа на языке C#, реализующая работу данного алгоритма.

На рисунке 2 представлен пример размещения 8-ми элементов на ГЖПП. В результате работы генетического алгоритма был получен результат, при котором максимальное значение температуры элементов, размещенных на ГЖПП, составило 21,6 °С.



Рисунок 2 – Результат работы программы, реализующий генетический алгоритм размещения

Заключение. Разработан алгоритм размещения элементов на гибко-жесткой печатной плате с учетом теплового критерия. Выполнена реализация данного алгоритма в программном модуле на языке C#.

Список литературы

1. Курейчик В.М. Математическое обеспечение конструкторского и технологического проектирования с применением САПР/ В.М. Курейчик. – Москва: Радио и связь, 1990. – 352 с.
2. Дроздинов В.А. Основы конструкторского проектирования и теплового моделирования электронных средств/ В.А. Дроздинов, В.Н. Невзоров. – Казань: КНИТУ-КАИ, 2018. – 92 с.

UDC 621.3:658.512.2:004.021

PLACEMENT OF ELEMENTS ON A FLEXIBLE-RIGID PCB BASED ON A GENETIC ALGORITHM

Galimov I.R.

Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev - KAI, Kazan, Russian Federation

Suzdaltsev I.V. – senior lecturer of the department of CAD

Annotation. In this work, the problem of detecting elements on a light-rigid printed circuit board was identified using a genetic algorithm based on a thermal criterion. an algorithm for solving the problem, as well as an algorithm for obtaining map agreement to determine the value of the quality criterion. An example of a ubiquitous closure implemented in a program module is shown.

Keywords: flexible-rigid printed circuit board, thermal quality criterion, genetic algorithm, placement of elements.

УДК 621.3:658.512.2:004.021

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ РАЗВЯЗЫВАЮЩИХ КОНДЕНСАТОРОВ НА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЕ

Ландышев Д.В.

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ,
г. Казань, Российская Федерация

Научный руководитель: Чермошенцев С.Ф. – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры САПР

Аннотация. Размещение развязывающих конденсаторов позволяет решать проблемы повышения рабочих тактовых частот. В качестве алгоритма размещения предлагается классический генетический алгоритм. Анализ эффективности алгоритма размещения основывается на вычислении полного сопротивления цепи питания и земли.

Ключевые слова: развязывающий конденсатор, полное сопротивление цепи питания и земли, генетический алгоритм

Введение. В настоящее время при создании микропроцессоров и высокопроизводительных микросхем инженеры-проектировщики стараются снизить напряжение питания, но повышая при этом потребляемую мощность с целью улучшения показателей быстродействия [1]. В результате чего поглощаемая мощность изделия стремительно повышается, что неизбежно приводит к снижению уровня допустимых помех. Исходя из этого, различные просадки напряжения на шине питания при растущем уровне тока порождают довольно серьёзные нарушения в работе изделия.

Для разрешения данной проблемы существует множество методов, целью которых является минимизация полного сопротивления шины питания и заземления. Установка развязывающих конденсаторов относится к части этого множества, которая реализуется на этапе схемотехнического проектирования. Стоит отметить, что эффективность установки развязывающих конденсаторов во многом зависит от топологии печатного монтажа, способа и места установки подобных конденсаторов.

В данной работе рассматривается применение генетического алгоритма для размещения развязывающих конденсаторов на печатной плате (ПП). Целью данной работы является адаптация генетического алгоритма для оптимального размещения развязывающих конденсаторов на печатной плате.

Основная часть. Для оценки качества размещения развязывающих конденсаторов воспользуемся аналитическим уравнением импеданса для заданной частоты, полученным из решения волнового уравнения поперечных колебаний магнитного типа (*TM mode*) для модели печатной платы в виде вогнутой вставки (*cavity model*) [2]:

$$Z(f) = \sum_{m=0}^{mc} \sum_{n=0}^{nc} \frac{y_{mn} * c_{mn}(X_s, Y_s) * c_{mn}(X_f, Y_f) * W_z / (W_x * W_y)}{\varepsilon * \omega * Q + j \left(\varepsilon * \omega - \frac{k_{mn}^2 + k_{yn}^2}{\omega * \mu} \right) + \frac{y_{mn} * W_z * K_{Nc}}{W_x * W_y}} \rightarrow \min ,$$

где $W_x \times W_y \times W_z$ – габариты печатной платы (ширина, высота, толщина);

$$c_{mn}(X_j, Y_j) = \cos(k_{xm} X_j) * \cos(k_{yn} Y_j) * \sin c \left(\frac{k_{xm} P_{xj}}{2} \right) * \sin c \left(\frac{k_{yn} P_{yj}}{2} \right);$$

(X_j, Y_j) и (P_{xj}, P_{yj}) – координаты подключения и габариты элемента j -го типа (s – источник питания, f – предполагаемый потребитель, C_i – i -ый развязывающий конденсатор);

f – заданная рабочая частота ПП;

ε, μ, k – абсолютная диэлектрическая проницаемость, абсолютная магнитная проницаемость и удельная электропроводность диэлектрика ПП;

(m, n) – текущая мода распространения поперечных колебаний магнитного типа;
 (m_c, n_c) – конечная мода распространения поперечных колебаний магнитного типа;
 $\omega = 2 * \pi * f$ – угловая частота;

$$k_{xm} = \frac{\pi * m}{W_x}; k_{yn} = \frac{\pi * n}{W_y}; y_{mn} = \begin{cases} 1, & m = 0 \text{ и } n = 0 \\ 2, & (m \neq 0 \text{ и } n = 0) \text{ или } (m = 0 \text{ и } n \neq 0); \\ 4, & m \neq 0 \text{ и } n \neq 0 \end{cases}$$

$$Q = \tan \delta + \sqrt{\frac{2}{\omega * \mu * k * W_z^2}} - \text{волновое число};$$

$$K_{Nc} = \sum_{i=1}^{N_c} \frac{c_{mn}^2 (X_{Ci}; Y_{Ci})}{Z_{Ci}}; Z_{Ci} = Ri_{ESR} + j * \left(2\pi * f * Li_{ESL} - \frac{1}{2\pi * f * C_{Ci}} \right);$$

$\tan \delta$ - тангенс угла диэлектрических потерь диэлектрика ПП;

$Ri_{ESR}, Li_{ESL}, C_{Ci}$ – эквивалентное последовательное сопротивление, эквивалентная последовательная индуктивность и собственная ёмкость i -го развязывающего конденсатора.

В качестве основы алгоритма размещения развязывающих конденсаторов был принят классический генетический алгоритм, методом селекции которого представляет собой метод отбора по правилу рулетки, оператором отбора родителей является панмиксия, кроссинговер производится одноточечно, а формирование нового поколения осуществляется комбинированным элитарным отбором.

Хромосома в нашем случае будет иметь вид $[X_{C1}; Y_{C1}; I_{C1} \dots; X_{Ci}; Y_{Ci}; I_{Ci}]$, где X_{Ci} и Y_{Ci} - координаты расположения i -го конденсатора, I_{Ci} – номер типа i -го конденсатора из заданных типов конденсаторов.

В качестве примера рассматривалось размещение 7 конденсаторов на ПП. Координаты размещения элементов отсчитываются от левого нижнего края. Исходные данные и доступные типы конденсаторов представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Исходные данные

Название параметра	Значение параметра
Габариты ПП (Ш × В × Т)	0,1 × 0,05 × 0,00015 [м]
Тангенс угла диэлектрических потерь диэлектрика ПП	0,02
Относительная диэлектрическая проницаемость диэлектрика ПП	4,1
Относительная магнитная проницаемость диэлектрика ПП	1
Удельная электропроводность диэлектрика ПП	59,6 * 10 ⁻⁹ [См / м]
Координаты подключения источника питания	(0,093; 0,019) [м]
Координаты подключения предполагаемого потребителя	(0,027; 0,022) [м]
Габариты источника подключения	(0,254; 0,254) [мм]
Габариты предполагаемого потребителя	(0,254; 0,254) [мм]

Таблица 2 – Доступные типы конденсаторов

№ типа	Параметры типа			
	Габариты, мм	Паразитное сопротивление R_{ESR} , Ом	Паразитная индуктивность L_{ESL} , нГн	Собственная ёмкость C , нФ
1	(3,2; 1,6)	0,095	1,8	29
2	(3,2; 2,5)	0,1	1	124
3	(4,5; 3,2)	0,163	2,2	129

На рисунке 1 представлен результат размещения развязывающих конденсаторов, где элемент F – предполагаемый потребитель; элемент S – источник питания; элементы C_0, \dots, C_6 – развязывающие конденсаторы.

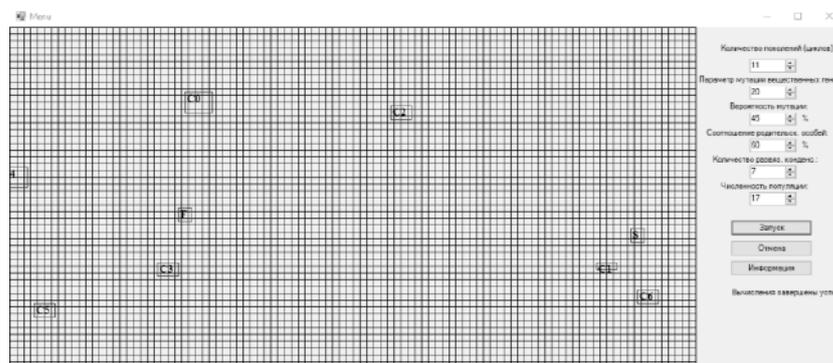


Рисунок 1 - Оконная форма программы

В результате работы была получена следующая расстановка конденсаторов: $C_0(0,03 \text{ м}; 0,038 \text{ м})$, тип – 3; $C_1(0,089 \text{ м}; 0,015 \text{ м})$, тип – 1; $C_2(0,059 \text{ м}; 0,037 \text{ м})$, тип – 2; $C_3(0,025 \text{ м}; 0,014 \text{ м})$, тип – 2; $C_4(0,003 \text{ м}; 0,027 \text{ м})$, тип – 3; $C_5(0,007 \text{ м}; 0,008 \text{ м})$, тип – 2; $C_6(0,095 \text{ м}; 0,01 \text{ м})$, тип – 2.

Заключение. Полученное оптимальное размещение развязывающих конденсаторов позволило снизить полное сопротивление цепи питания и земли до 7,8271 Ом в пиковом значении, что на 94% меньше в сравнении с моделью, в которой отсутствуют развязывающие конденсаторы.

Список литературы

1. Л.Н. Кечиев. Проектирование печатных плат для цифровой быстродействующей аппаратуры – М.: ООО «Группа ИДТ», 2007. – 616 с.: ил. – (Библиотека ЭМС).
2. S. Kahng, "GA-optimized decoupling capacitors damping the rectangular power-bus' cavity-mode resonances," in IEEE Microwave and Wireless Components Letters, vol. 16, no. 6, pp. 375-377, June 2006, doi: 10.1109/LMWC.2006.875590.

UDC 621.3:658.512.2:004.021

APPLICATION OF A GENETIC ALGORITHM FOR PLACING DECOUPLING CAPACITORS ON A PRINTED CIRCUIT BOARD

Landyshev D.V.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI», Kazan, Russian Federation

Chermoshencev S.F. – Ph. D. of engineering sciences, professor at the department of CADs

Annotation. The placement of decoupling capacitors allows solving the problems of increasing the operating clock frequencies. A classical genetic algorithm is proposed as a placement algorithm. The analysis of the efficiency of the placement algorithm is based on the calculation of the total resistance of the power supply circuit and the ground.

Keywords: decoupling capacitor, total resistance of the power supply circuit and the earth, genetic algorithm

РЕАЛИЗАЦИЯ D-ТРИГГЕРА В БАЗИСЕ ПЛИС CYCLONE IV E

Игошина М.С.

*Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина,
г. Рязань, Российская Федерация*

Научный руководитель: Сапрыкин А.Н. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры САПР ВС, РГРТУ

Аннотация. В статье рассматривается возможность реализации D-триггера в среде моделирования Intel Quartus Prime. Предлагается описание работы и VHDL- модель проектируемого устройства.

Ключевые слова: триггеры, ПЛИС, VHDL, Cyclone IV E.

Введение. ПЛИС — высокоинтегрированные, гибкие и универсальные устройства с мощной логикой, памятью и внутрисистемным программированием. Расширение сферы применения ПЛИС определяется растущим спросом на устройства с быстрой перестройкой выполняемых функций, сокращением проектно-технологического цикла новых или модифицируемых изделий, наличием режимов изменения внутренней структуры в реальном масштабе времени, повышением быстродействия, снижением потребляемой мощности, разработкой оптимизированных сочетаний с микропроцессорами и сигнальными процессорами (DSP), а также снижением цен на эти устройства.

В настоящее время широкое распространение ПЛИС получили, как инструменты для моделирования сложных структур, благодаря различным вариациями своих функциональных возможностей и значительного ценового диапазона.

В данной статье проводится исследование и сравнительный анализ востребованных ПЛИС, удовлетворяющих ограничению «цена-качество», целью которых является выявление оптимальной базы для проектирования такой системы, как триггер.

Основная часть. Intel Quartus Prime – программное обеспечение для разработки программируемых логических устройств позволяет анализировать и синтезировать проекты HDL, что дает разработчику возможность скомпилировать свои проекты, выполнить анализ времени, изучить диаграммы RTL, смоделировать реакцию дизайнера на различные стимулы и настроить целевое устройство с программистом. Quartus Prime включает в себя реализацию VHDL и Verilog для описания оборудования, визуального редактирования логических схем и векторного моделирования формы волны.

Логическая схема, разработанная в программном обеспечении Quartus, называется проектом [1]. Проект может иметь иерархическую структуру или состоять из множества файлов-модулей, когда главный модуль содержит несколько дополнительных модулей, а каждый дополнительный модуль включает еще несколько файлов. В этом случае главный модуль называется объектом верхнего уровня иерархии. САПР Quartus, помимо иерархической структуры, сохраняет в одном каталоге всю техническую информацию, касающейся выбранной микросхемы (например, назначение выводов, предыдущие варианты трассировки логической схемы, конфигурация проекта и т.д.). Эти файлы создаются в единой папке проекта, что удобно при копировании и переносе проектов в другие каталоги или на другие компьютеры. САПР ПЛИС Quartus фирмы Intel относится к 4-му поколению, позволяет вести разработку систем на кристалле и демонстрирует высокие характеристики и производительность.

Рассмотрим семейство Cyclone компании Altera, которое будет являться наилучшим решением для создания массовых разработок, имеющих жесткие ограничения в плане себестоимости. Данная линейка ПЛИС – это сравнительно недорогие FPGA, направленные на решение менее ресурсоемких задач, основное требование которых – низкое энергопотребление.

Семейство Cyclone IV расширяет линейку недорогих и маломощных ПЛИС на рынке с добавлением приемопередатчика. Такие микросхемы предназначены для высокопроизводительных, чувствительных к затратам приложений, что позволяет разработчикам систем удовлетворять растущим требованиям к пропускной способности при одновременном снижении затрат.

Семейство построено на основе оптимизированного процесса с низким энергопотреблением включает в себя 2 подвида: Cyclone IV E — низкая мощность, высокая функциональность при низких затратах; Cyclone IV GX — низкие мощность и себестоимость ПЛИС со скоростью 3,125 Гбит/с приемопередатчиков [2].

Основные особенности Cyclone IV:

- Недорогая, маломощная структура FPGA,
- От 6 до 150 тыс. логических элементов
- До 6,3 Мб встроенной памяти
- Приложения для соединения протоколов общей мощностью менее 1,5 Вт.

В качестве элементной базы выберем ПЛИС серии Cyclone EP4CE6E2208N, так как она обладает всеми необходимыми для реализации триггера возможностями и соответствует главному критерию – ограничению по затратам. Ключевыми характеристиками ПЛИС являются:

- 6000 логических элементов;
- 270 Кб встраиваемой памяти;
- Поддержка внешней памяти – DDR, DDR2, SDR;
- Поддержка стандартов ввода-вывода: LVTTTL, PCI, PCI-X, SSTL, HSTL, LVDS, RSDS, LVPECL, BLVDS, PPDS и др.

Триггер представляет собой электронное устройство, способное находиться в одном из двух устойчивых состояний и чередовать их под воздействием внешних сигналов. Каждое состояние триггера легко распознаётся по значению выходного напряжения. Отличительной особенностью триггера является свойство запоминания двоичной информации. Под памятью подразумевают способность оставаться в одном из двух состояний и после прекращения действия переключающего сигнала. Приняв одно из состояний за «1», а другое за «0», можно считать, что триггер хранит (помнит) один разряд числа, записанного в двоичном коде.

Выделяют следующую классификацию триггеров:

- RS-триггеры;
- D-триггеры;
- T-триггеры;
- JK-триггеры;
- Синхронные, асинхронные триггеры и т.д.

Подробнее остановимся на D-триггере. **D-триггером** называют элемент памяти с одним информационным входом d, функционирующий так, что выходной сигнал q после переключения равен информационному сигналу d на входе до переключения. Структура такого триггера показана на рисунке 1.

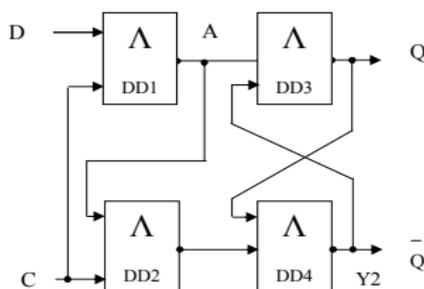


Рисунок 1 – Структура D-триггера, основанного на элементах И-НЕ (NAND2).

D-триггер кроме информационного входа d (входа данных) имеет еще вход синхронизации clk.

Принцип работы D-триггера следующий. При низком уровне сигнала clk ($clk = 0$) хранящееся значение q не меняется, если же вход clk переключается из высокого в низкий уровень, текущее значение q “защелкивается” и хранится. Поэтому D-триггер часто называют “защелкой” [3].

Когда же на входе clk высокий уровень ($clk = 1$), то выходной сигнал q повторяет входной сигнал d. Функциональное описание D-триггера на языке VHDL использует проверку того факта, изменилось ли значение сигнала clk из нуля в единицу, только при этом условии значение сигнала d будет передано сигналу q. Проверка условия осуществляется с помощью оператора ожидания истинности выражения $clk'event \text{ and } clk='1'$.

Реализуем D-триггер, изображенный на рисунке 2, в базе ПЛИС Cyclone EP4CE6E2208N.

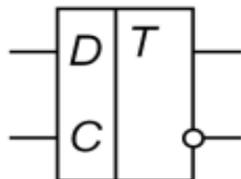


Рисунок 2 – Структура D-триггера, реализуемого на ПЛИС.

Таблица 1 – Таблица истинности D-триггера.

Входы		Выход
D	C	Q
-	1	(D)
-	0	N

Обозначения в таблице функционирования D-триггера:

- через « - » обозначено любое из (0,1) значение сигнала;
- символ N обозначает неизменяемое (предыдущее) значение сигнала.

Принцип работы D-триггера следующий. Логическое устройство будет находиться в устойчивом положении в том случае, если на $C=0$. В этом случае импульсы, подающиеся на информационный D-вход, никак не влияют на прибор, и выходной импульс определяется записанным ранее значением.

Если $C=1$, то выходной сигнал будет зависеть от того, какой тип подан на информационный D-вход. Если $D=1$, то на выходе будет 1, если $D=0$, то на выходе будет 0.

Данный тип логического устройства срабатывает при переходе с одного уровня на другой. Срабатывание может выполняться в двух случаях: по переднему и заднему фронту. По переднему, если переход выполняется от 0 к 1, и по заднему, если от 1 к 0.

Принцип работы устройства представлен на рисунке 3, таблица соответствия портов на рисунке 4.

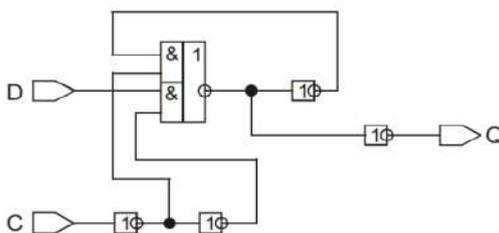


Рисунок 3 – Принцип работы D-триггера.

tabl.	From	To	Assignment Name	Value	Enabled	Entity	Comment	Tag
1		CLK	Location	PIN_24	Yes			
2		KEY_2	Location	PIN_91	Yes			
3		LED_3	Location	PIN_2	Yes			
4		KEY_4	Location	PIN_89	Yes			
5		KEY_3	Location	PIN_90	Yes			
6	<<new>>	<<new>>	<<new>>					

Рисунок 4 – Таблица соответствия портов D-триггера.

VHDL-модель структурной схемы D-триггера:

```

library ieee;
use ieee.std_logic_1164.all;
entity trigger is
port (KEY_2, KEY_4, CLK : in std_logic; LED_3 :
out      std_logic);
end trigger;
architecture arch of trigger is
component D_trigger
port (d, c, h : in std_logic; q : out std_logic);
end component;
begin
met1 : D_trigger
port map (d => KEY_2, c => KEY_4, h => CLK, q => LED_3);
end arch;
library ieee;
use ieee.std_logic_1164.all;
entity D_trigger is
port (d, r, c, h : in std_logic; q : out std_logic);
end D_trigger;
architecture meh of D_trigger is
begin
process (h)
begin
if rising_edge(h) then
if (c = '0') then q <= '0';
elsif (c = '1') then q <= d;
end if;
end if;
end process;
end meh;

```

Заключение. Проведено описание востребованной ПЛИС Cyclone IV от одной из лидирующих фирм-производителей интегральных схем – Altera. Доказано, что на основе подобной схемы возможна реализация D-триггера, так как данная ПЛИС удовлетворяет техническим и экономическим ограничениям разработки.

Список литературы

1. Наваби, З. Проектирование встраиваемых систем на ПЛИС / З. Наваби ; перевод с английского В. В. Соловьева. — Москва: ДМК Пресс, 2016. — 464 с.
2. Сальников, И. И. Проектирование цифровых устройств на плис: учебное пособие / И. И. Сальников. — Пенза: ПензГТУ, 2012. — 109 с.
3. Ушенина, И. В. Проектирование цифровых устройств на ПЛИС: учебное пособие / И. В. Ушенина. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 408 с.

UDC 004.3.

IMPLEMENTATION OF THE D-TRIGGER IN THE BASIS OF THE CYCLONE IV E FPGA

Igoshina M.S.

Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin, Ryazan, Russian Federation

Saprykin A.N. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of CAD, RSREU

Annotation. The article discusses the possibility of implementing a D-trigger in the Intel Quartus Prime simulation environment. A description of the operation and a VHDL model of the designed device are proposed

Keywords. triggers, FPGA, VHDL, Cyclone IV E.

ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Игошина М.С.

*Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина,
г. Рязань, Российская Федерация*

Научный руководитель: Сапрыкин А.Н. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры САПР ВС, РГРТУ

Аннотация. В статье поднимается вопрос о необходимости проведения входного контроля волоконно-оптических систем, а именно – приемопередающих оптоэлектронных модулей. Разбираются основные понятия волоконно-оптической системы. Предлагается конструкция устройства, предназначенного для выявления неисправностей подобных модулей на начальных этапах проектирования системы.

Ключевые слова: входной контроль, волоконно-оптическая система, оптоэлектронные модули

Введение. XXI век немыслим без высоких технологий. В настоящее время проводится колоссальная работа по развитию, совершенствованию, освоению и внедрению инновационных решений в различные отрасли промышленности, сельского хозяйства, науки, медицины. Очевидно, что подобный технологический прогресс должен сопровождаться всевозможными вспомогательными процессами, таким как автоматизация, в основе которого лежит использование машинного оборудования.

Эффективность подобной аппаратуры напрямую зависит от качества изготовления и надежности работы радиоэлементов, входящих в её состав, а значит, чрезвычайное значение имеет высококвалифицированный входной контроль изделия.

Потребность в данном контроле обусловлена экономической предпосылкой. Технологический прорыв привёл к усложнению электронной аппаратуры, следовательно, увеличению затрат на устранение причин отказов в ней. Отсутствие возможности своевременного обнаружения дефектов может привести к трудоемким и дорогостоящим операциям демонтажа, регулировки, замене деталей, а также к необходимости создания и содержания штата высокооплачиваемых специалистов-наладчиков.

Главная цель входного контроля – предотвращение запуска в массовое производство продукции, не соответствующей требованиям конструкторской и нормативно-технической документации. Такой проверке должны подвергаться различные узлы, детали и блоки предприятия-изготовителя, а также комплектующие, поступающие от предприятий смежных отраслей промышленности.

В данной статье рассматривается конструкция устройства входного контроля оптоэлектронных модулей, позволяющая максимально эффективно проводить проверку изделий на наличие неисправностей.

Основная часть. Устройство входного контроля предназначено для проверки оптоэлектронных приемопередающих модулей, которые, как правило, являются частью волоконно-оптической системы. Рассмотрим подобные системы более детально.

Стремительное развитие цифровых технологий сопровождается увеличением объёма обрабатываемой информации, следовательно, возникает необходимость в скоростной передаче данных на большие расстояния. Решением подобной задачи является волоконно-оптическая система (линия) связи (ВОСС), позволяющая переносить цифровые сигналы в оптическом диапазоне [1].

В состав ВОСС входят (рисунок 1):

- Передатчик;
- Оптическое волокно;
- Оптический усилитель и регенератор;
- Приемник.

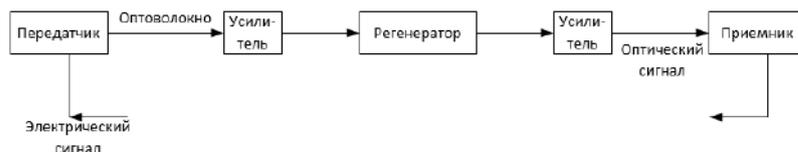


Рисунок 1 – Структура ВОСС.

Источниками световых сигналов служат полупроводниковые лазеры или светодиоды. Сигналы, выходящие из передатчика, вводятся в волокно и передаются по волоконно-оптической линии. В конце линии свет поступает в фотоприемник, преобразующий его в электрические сигналы, которые затем обрабатываются и используются в приемном оборудовании.

Оптические передатчики (передающий оптический модуль – ПОМ) – применяется для преобразования электрических сигналов в оптические для последующей передачи по оптоволокну. Они изготавливаются в виде отдельных блоков стандартных размеров, иногда в одном корпусе с приемниками, образуя приемопередающие оптические модули. В качестве излучающего элемента используются лазерные диоды, самыми распространёнными из которых являются: диоды с резонатором Фабри-Перо (FP лазеры), диоды с обратной распределенной связью (DFB лазеры).

Все оптические передатчики можно разделить на 2 группы: с прямой (внутренней) и внешней модуляцией.

В оптических передатчиках с прямой модуляцией мощность излучения источника света создаётся внешним электрическим током питания. Благодаря этому, в цифровых системах происходит элементарный перенос данных, при котором логическому нулю соответствует выключенное состояние источника излучения, а логической единице – включенное.

При скорости передачи 10 Гбит/с и выше используются передатчики с внешней модуляцией. Источниками излучения являются узкополосные одномодовые непрерывные полупроводниковые лазеры. Они используются в системах дальней связи, в которых требования к качеству оптического сигнала особенно важны.

Оптическое волокно представляет собой тонкую стеклянную нить с сердцевиной, имеющей показатель преломления несколько больший, чем окружающая сердцевину оболочка. Наиболее важное свойство такого волокна – способность переносить излучение на большие расстояния с очень малыми потерями (мерой потерь света в волокне является величина затухания, равная 0,2дБ/км на длине волны 1550 нм). С физической точки зрения свет распространяется в сердцевине оптического волокна за счет полного внутреннего отражения, практически не проникая в оболочку [2]. Выделяют несколько видов оптоволокну:

- *По материалу изготовления:* стеклянные (стеклянная сердцевина и оболочка), пластиковые (пластиковая сердцевина и оболочка), комбинированные (стеклянная сердцевина и пластиковая оболочка);
- *По количеству распространяемых лучей:* одномодовые и многомодовые.

Одномодовые волокна характеризуются малым диаметром сердцевины, по которой может пройти только один пучок света. Мномодовые волокна обладают большим диаметром сердцевины, позволяющим пропускать десятки, сотни и тысячи лучей.

Регенераторы осуществляют преобразование в электрические сигналы, отделение шумов и дальнейшую ретрансляцию в виде оптических сигналов, однако способны усиливать только один информационный канал. В оптических усилителях отсутствует возможность преобразования сигнала, но при этом они одновременно усиливают много (до 160) спектрально разделенных информационных каналов. Их существенным недостатком является накопление искажений ввиду отсутствия операции восстановления.

Оптические приемники (приемный модуль - ПРОМ) – предназначен для преобразования входного оптического сигнала в выходной электрический (цифровой или аналоговый), коррекции искажений, усиления и регенерации цифрового сигнала, выделения

служебной информации из линейного сигнала. Для этого световое излучение преобразуется в электрический ток, усиливается, а затем происходит восстановление переданного сообщения и формирование соответствующего этому сообщению электрического сигнала [3].

Конструктивно приемник состоит из четырех блоков. В первом блоке происходит последовательное преобразование оптических сигналов в электрический ток (оптоэлектронное преобразование). Во втором блоке осуществляется линейное усиление электрического тока, в третьем блоке происходит восстановление данных, а в четвертом – создание выходного электрического сигнала. При изготовлении таких устройств используются PIN фотодиоды InGaAs /InP, благодаря чему обеспечивается высокое качество приема данных.

Разрабатываемое устройство входного контроля направлено на проверку соответствия порога чувствительности оптических модулей, а именно – оптоэлектронного приемопередающего модуля ПРПОМ-ЦФЛ01-2-L КЕФС.468152.001 ТУ, в состав которого входят оптоэлектронные приемные (ПРОМ-ЦФ01-2-L) и передающие (ПОМ-ЦЛ01-2-L) модули. Все типы модулей снабжены контактом оптическим с длинной опорой КО 18 SGL для соединителей ОС144Е (ЦСНК. 430421.019 ТУ). L – длина контакта оптического с длинной опорой от 0,16 м до 0,8 м шагом 0,02 м.

В технических условиях (ТУ) на контрольные приемопередающие модули (КПП) приведены параметры, которым они должны соответствовать при приемке и поставке:

- 1) Выходная оптическая мощность импульсов излучения – не менее минус 4 дБм;
- 2) Минимальный уровень оптического сигнала на входе модуля (порог чувствительности) – минус 20;
- 3) Номинальный темп передачи (с учетом кодировки Fibre Channel) – 1,0625 ГБод;
- 4) Номинальный темп приема (с учетом кодировки Fibre Channel) – 1,0625 ГБод;
- 5) Выходные уровни совместимые с LVPECL – 600-1200 мВ;
- 6) Напряжение питания – $3,3 \pm 10\%$ В;
- 7) Максимальный ток потребления – 0,150 А.

На рисунке 2 представлена структурная схема разрабатываемого устройства.

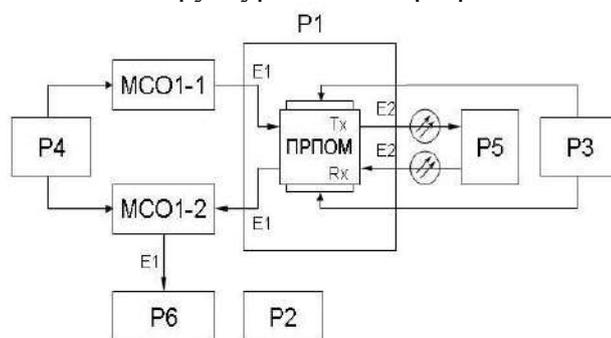


Рисунок 2 – Структурная схема разрабатываемого устройства.

В данной схеме модуль МСО1-1 служит источником последовательности случайных чисел PRBS 2^7-1 со скоростью передачи 1,0625 ГБод. Модуль МСО1-2 является приемником сигнала с ПРПОМ. В случае если принимаемый сигнал отличается от заданной последовательности случайных чисел PRBS 2^7-1 , либо скорость его передачи не соответствует 1,0625 Гбод, то МСО1-2 фиксирует ошибку, которая в виде низкого уровня сигнала, отображается на анализаторе Р6.

Блок питания модулей МСО1-1, МСО1-2 и КПП представлен многоканальным линейным источником питания GPS-3303 с выходным напряжением 30В и выходным током 3А.

В разрабатываемом устройстве входного контроля роль модулей МСО1-1 и МСО1-2 выполняет микроконтроллер, являющийся приемником и передатчиком сигналов на КПП. Информация, попадающая на контроллер, обрабатывается, а затем передается по внешнему контрольному соединителю в компьютер. Источник питания – низковольтный понижающий

стабилизатор синхронного выпрямления с выходным током 3А и выходным напряжением 1,5 В; 2,5 В и 3,3В.

Данные с ПРПОМ поступают на оптический аттенуатор P5, регулирующий уровень ослабления оптического сигнала, тем самым измеряя порог чувствительности модуля. Оптические аттенуаторы предназначены для внесения заданного уровня ослабления оптического сигнала в линию. Используются в локальных оптических сетях, сетях кабельного телевидения, магистральных сетях передачи данных, а также при проведении контрольно-измерительных работ.

Перечень устройств и приборов стенда для проверки модулей приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень устройств и приборов для проверки модулей

Позиционное обозначение	Наименование
МСО1-1	Модуль МСО1
МСО1-2	Модуль МСО1
P1	Камера климатических испытаний
P2	Измеритель оптической мощности
P3	Источник питания GPS-3303
P4	Источник питания GPS-3303 (Вольтметр в составе источника питания; Амперметр в составе источника питания)
P5	Оптический аттенуатор Agilent 8163B
P6	Анализатор сигналов CSA7404B
E1	Коммутационный коаксиальный кабель (волновое сопротивление 50 Ом), длиной 1,5 метра
E2	Коммутационный оптический кабель многомодовый с разъёмами FC, длиной 2 м

Заключение. В связи с интенсивным развитием высоких технологий остро встает вопрос о надлежащей долговечности и надежности аппаратуры. Представленная в статье конструкция устройства входного контроля оптоэлектронных модулей, направлена на повышение вышеперечисленных характеристик, путем своевременного обнаружения неисправностей.

Практическое внедрение прибора оправдывает потраченные на его создание средства. Конструкция разрабатывается для серийного производства и внедрения на ведущие предприятия. Это обусловлено тем, что заводы, как правило, получают большое количество некачественных комплектующих. Использование устройства входного контроля даст возможность минимизировать число возвратов готовой продукции, следовательно, расходы от рекламаций.

Список литературы

1. Крухмалев, В. В. Волоконно-оптические системы передачи: учебное пособие / В. В. Крухмалев. — Ростов-на-Дону: РГУПС, 2016. — 299 с.
2. Складов, О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи: учебное пособие для вузов / О. К. Складов. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 268 с.
3. Шандаров, В. М. Волоконно-оптические устройства и системы технологического назначения и управления: учебно-методическое пособие / В. М. Шандаров. — Москва: ТУСУР, 2012. — 31 с.

UDC 681.7.

INPUT CONTROL OF FIBER-OPTIC SYSTEMS

Igoshina M.S.

Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin, Ryazan, Russian Federation

Saprykin A.N. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of CAD, RSREU

Annotation. The article raises the question of the need for input control of fiber-optic systems, namely, optoelectronic transceiver modules. The basic concepts of the fiber-optic system are analyzed. The design of a device designed to detect the defects of such modules at the initial stages of system design is proposed

Keywords. input control, fiber-optic system, optoelectronic modules.

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПРОСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ОСНОВЕ ЦВЕТОВЫХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ РЕСПОНДЕНТОВ

Карпук Д.А.

*Брестский государственный технический университет,
г.Брест, Республика Беларусь*

*Научные руководители: Лебедь С.Ф. – канд.физ.-мат. наук, доцент, декан факультета ЭИС,
Маркина А.А. – старший преподаватель кафедры ЭВМиС*

Аннотация. Предложено применение цветового теста Люшера для автоматизированной оценки психоэмоционального состояния оператора в системе человек-машина. Рассмотрены особенности теста, а также структура программного комплекса, разрабатываемого для автоматизации данного вида исследований.

Ключевые слова: эргономика, тест Люшера, программный комплекс

Введение. Современный мир вступил в новую фазу информационной эпохи, связанную с тотальной цифровизацией социальной, интеллектуальной, физической и других сфер жизни человека. Активное внедрение информационных технологий во все сферы производства, ставшее непосредственным следствием развития науки и техники, привело к кардинальным переменам в условиях операторской деятельности с появлением новых, современных технических систем и повышением уровня автоматизации производства.

Являясь частью эргатической системы, человек-оператор проверяет, наблюдает, оценивает выполнение системных функций аппаратными и программными средствами, регулирует и координирует их работу в соответствии с требованиями производительности и безопасности. При этом по мере развития технических систем человек-оператор испытывает возрастающие психические нагрузки, и принимать ответственные решения ему становится все сложнее [1, 2].

Характеристики деятельности для эргономической оценки являются результатами исследований различных направлений и областей психологии. Но именно в инженерной психологии и эргономике характеристики и закономерности психических процессов и деятельности интегрированы в системные представления, подкрепленные концептуальными разработками.

Основная часть. Для измерения психофизиологического состояния человека, его стрессоустойчивости, активности и коммуникативных навыков выбран тест Люшера. Идея автора основана на том, что восприятие цвета не является субъективным, а универсально, в то время как цветовые предпочтения, наоборот, субъективны и способны диагностировать текущее состояние человека [3].

Этот тест достаточно быстр в прохождении, и одновременно считается «глубинным», созданным для специалистов, психиатров, психологов и врачей. Каждый цвет несет в себе определенный энергетический заряд, который вызывает у человека как физиологический, так и психологический эффект.

Он является проективной методикой и основан на том, что выбор цвета зачастую отражает направленность человека на определенного рода деятельность, на удовлетворение потребностей, отражает его функциональное состояние [3].

Сама процедура тестирования очень проста: испытуемый раскладывает карточки с цветами по убыванию степени его личной, субъективной приязни к ним, что позволяет рассчитать показатель суммарного отклонения (СО) от аутогенной нормы. Цель также состоит в определении вегетативного тонуса испытуемого, что позволяет оценить тип реакции индивидуума как эрготропный (стремление к активности) или трофотропный (стремление к

покою). Тест также позволяет определить состояние, в котором пребывает испытуемый: рабочее состояние, состояние релаксации или напряжения.

Аутогенная норма - индикатор психологического благополучия - представляется порядком выбора цветов. Для расчета СО необходимо сравнивать порядок мест, которые занимают цвета в выборе испытуемого, с их нормативным расположением.

В напряженной, стрессовой обстановке показатель СО может существенно изменяться. При этом уменьшение значения СО свидетельствует о наличии у испытуемого определенных резервов работоспособности и стрессоустойчивости. Увеличение значений СО отражает низкую стрессоустойчивость, психофизиологическую «беспомощность» перед трудностями, прогноз успешности деятельности при этом неблагоприятный.

Каждый цвет обозначает конкретную потребность:

- серый (0) - в ограждении, создании границы;
- синий (1) - в удовлетворенности, спокойствии, устойчивой положительной привязанности;
- зеленый (2) - в самоутверждении, желание нравиться;
- красный (3) - в активных действиях, добиваться успеха;
- желтый (4) - в перспективе, надеждах на лучшее, мечтах;
- фиолетовый (5) - в самоидентификации;
- коричневый (6) - в свободе от напряжения, уюте;
- черный (7) - в отказе из своенравного протеста, восстание против собственной судьбы.

Если основные цвета располагаются на первых пяти позициях, то считается, что потребности человека, соответствующие этим цветам, в какой-то мере удовлетворяются, если же они на последних трех позициях, то имеется напряжение из-за их неудовлетворенности.

Из комбинаторики известно, количество всевозможных расположений цветов равно числу перестановок восьмизначного множества: . Каждое перестановка описана с точки зрения психологии.

Программный комплекс для проведения опросных исследований на основе цветовых предпочтений респондентов должен охватывать ряд обязательных этапов организации и проведения исследования:

Задача состоит в определении основных классов и в определении принадлежности произвольной перестановки конкретному классу.

- создание списка вопросов для проведения исследования, их внесение в систему;
- формирование индивидуальной шкалы цветовых предпочтений;
- проведение процесса опроса с применением цветовых оценок;
- сопоставление индивидуальной шкалы цветовых предпочтений и цветовых оценок на вопросы основного исследования;
- обработка полученных результатов (формирование удобных для восприятия и анализа отчетов с количественной характеристикой отношения опрашиваемых экспертов к объекту исследования).

В процессе проведения опросного исследования задействовано две роли пользователей программного комплекса: респондент и эксперт-аналитик, т.е. исследователь.

На рисунке 1 представлена общая схема программного комплекса, отражающая его модульную структуру. Входящие в состав комплекса модули охватывают весь процесс опросного исследования: от подготовки тестирования и его прохождения респондентами, до обработки и формирования отчетов. Важной частью системы является модуль предварительного тестирования, для которого необходимо разработать алгоритм формирования индивидуальной шкалы цветовых предпочтений, и модуль обработки результатов исследования.

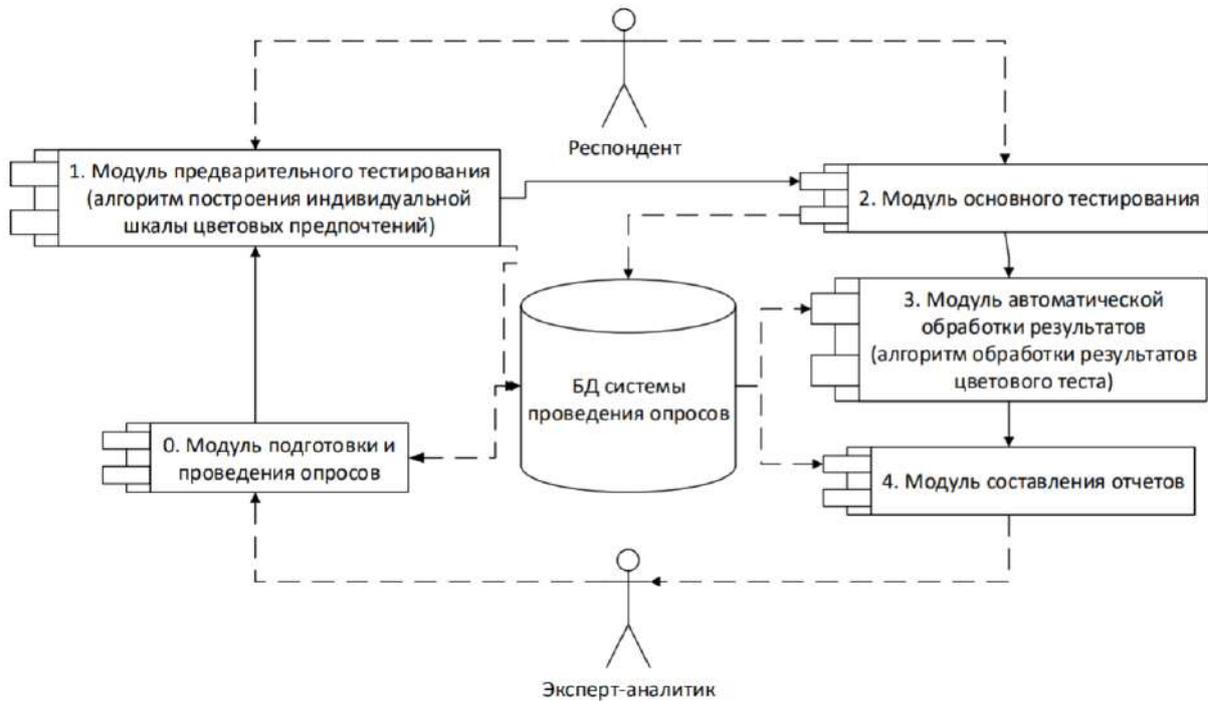


Рисунок 1 – Общая структура программного комплекса

Заключение. Применение электронных информационных технологий в психодиагностике создает возможность для реализации различных форм обратной связи с пользователем. В зависимости от цели, обратная связь может содержать не только интерпретацию результатов, но и рекомендации по коррекции когнитивных процессов. К преимуществу программного комплекса этом случае можно отнести снижение трудоемкости проведения массовых опросов, а также автоматическое формирование индивидуальных рекомендаций из базы данных.

Список литературы

1. Костюк Д.А., Маркина А.А. Подход к комплексному межгрупповому usability-тестированию для платформы GNU/Linux // Тринадцатая конференция «Свободное программное обеспечение в высшей школе»: Материалы конференции. – Переславль, 26–28 января 2018 г. – М.: Basealt, 2018. – С. 39–44.
2. Костюк Д.А., Латий О.О., Маркина А.А. Биометрическая измерительная система для оценки состояния пользователя ПК. // Информационные технологии и системы 2018 (ИТС 2018): материалы международной научной конференции. Минск, БГУИР, 25 октября 2018 г. – С. 166–167.
3. Люшер, М. Цветовой тест Люшера / М. Люшер. М.: – АСТ. – 2005. – 192 с.

UDC 004.432.2

SOFTWARE COMPLEX FOR THE QUESTIONARY RESEARCH BASED ON THE COLOR PREFERENCES OF THE RESPONDENTS

Karpuk D.A.

Brest State Technical University, Brest, Republic of Belarus, Republic of Belarus

Lebed' S.F. – PhD, associate professor, dean of the faculty of EIS,

Markina A.A. – senior lecturer of the Computers & Systems department

Annotation. The application of the Lüscher color test for automated assessing the psycho-emotional state of the operator in the human-machine system is proposed. Specifics of the test is reviewed as well as the structure of software complex in development, intended to automate this type of research.

Keywords: Ergonomics, Lüscher color test, software complex

УДК 004.2

УНИФИКАЦИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ФИЛЬТРА КАЛМАНА

Шульган А.А.

Брестский государственный технический университет,
г.Брест, Республика Беларусь

Научные руководители: Костюк Д.А. – канд.тех.наук, доцент кафедры ЭВМиС,
Маркина А.А. – старший преподаватель кафедры ЭВМиС

Аннотация. Предложено применение рекурсивного фильтра Калмана для частотной унификации потоков биометрических данных при приборной оценке состояния оператора в системе человек-машина. Рассмотрены особенности фильтра, а также особенности использования библиотеки *rukalman* для решения поставленной задачи.

Ключевые слова: эргономика, фильтр Калмана, биометрические измерения

Введение. Работа за компьютером, будь то взаимодействие с конкретным приложением или просто с графической оболочкой, задействует когнитивные, визуальные и моторные процессы. На одноименные категории делятся нагрузки, испытываемые оператором в ходе работы.

Перспективным подходом к определению эффективности работы пользователя является измерение параметров организма пользователя, связанных с физической и когнитивной нагрузкой (например, сердечный ритм, кровяное давление, электропроводность кожи, β -ритмы головного мозга и др.) во время работы. До недавнего времени использование этого подхода ограничивали малая распространенность и высокая стоимость требуемого оборудования, однако в последнее время в сфере фитнеса и развлечений появилось значительное число устройств с биометрическими датчиками (фотоплетизмографические датчики измерения пульса в фитнес-трекерах и “умных часах”, потребительские устройства с регистрацией направления взгляда и мозговой активности и др.). Все эти устройства позволяют выполнять непрерывный мониторинг, способны передавать данные в персональный компьютер и при этом, благодаря массовому производству, широко доступны на рынке [1, 2]. Однако учитывая, что биометрические измерения являются косвенными, и подвержены влиянию посторонних внешних и внутренних факторов [2], целесообразны по меньшей мере парные измерения (например, кожно-гальваническая реакция, измеряемая в паре с частотой сердечных сокращений). Поэтому использование разнородного набора биометрических данных, получаемых из нескольких не связанных между собой источников, нацеленное на построение модели по максимально полному набору, создает дополнительные проблемы, поскольку практически всегда оказывается, что одни временные ряды имеют более высокую частоту выборки, чем другие.

Основная часть. Разночастотные временные ряды данных требуют предварительного преобразования. При этом либо данные более низких частот интерполируются до верхней частоты [3], либо данные более высоких частот агрегируются до нижней. В зависимости от типа параметра, более высокая частота агрегируется в более низкую частоту путём либо усреднения, либо суммирования, либо принятия репрезентативного значения.

Агрегация по времени приводит к потере информации, изначально присутствующей в выборке, а потеря информации – к снижению точности и оперативности прогноза [4]. Также часто используемые методы интерполяции не в полной мере задействуют всю доступную информацию о выборке. Интерполяция требует приведения низкочастотной переменной к более высокой частоте путем восстановления пропущенных результатов измерений. Формирование недостающих данных может выполняться в процессе сопоставления и анализа результатов измерения (с использованием модели, отражающей поведение соответствующего биометрического параметра), либо в два этапа, когда сначала интерполируются

отсутствующие данные (на основе имеющейся модели либо статистически), и затем получившийся временной ряд используется в процессе сопоставления и анализа результатов [4]. Очевидно, что ни один из перечисленных методов не является универсальным.

Для унификации временных рядов биометрических данных нами было опробовано использование рекурсивного фильтра Калмана (KF). Данный рекурсивный фильтр использует для вычисления оценки состояния показателя на текущий такт работы оценку состояния (в виде оценки состояния показателя и оценки погрешности определения этого состояния) на предыдущем такте работы, а также измерения на текущем такте.

Каждая итерация KF делится на две фазы: экстраполяция и коррекция. Во время экстраполяции фильтр получает предварительную оценку состояния системы $x^k|k-1$ на текущий шаг по итоговой оценке состояния с предыдущего шага (либо предварительную оценку на следующий такт по итоговой оценке текущего шага, в зависимости от интерпретации). Эту предварительную оценку также называют априорной оценкой состояния, так как для ее получения не используются наблюдения соответствующего шага. В фазе коррекции априорная экстраполяция дополняется соответствующими текущими измерениями для коррекции оценки. Скорректированная оценка также называется апостериорной оценкой состояния, либо просто оценкой вектора состояния x^k . Обычно эти две фазы чередуются: экстраполяция производится по результатам коррекции до следующего наблюдения, а коррекция производится совместно с доступными на следующем шаге наблюдениями, и т. д. Однако если по некоторой причине наблюдение оказалось недоступным, то этап коррекции может быть пропущен и выполнена экстраполяция по нескорректированной оценке, (априорной экстраполяции). Аналогично, если независимые измерения доступны только в отдельные такты работы, все равно возможны коррекции (обычно с использованием другой матрицы наблюдений H_k).

Для проверки эффективности унификации временных рядов биометрических данных с помощью фильтра Калмана была использована Python-библиотека «rukalman», которая содержит реализацию KF в виде сглаживающего фильтра.

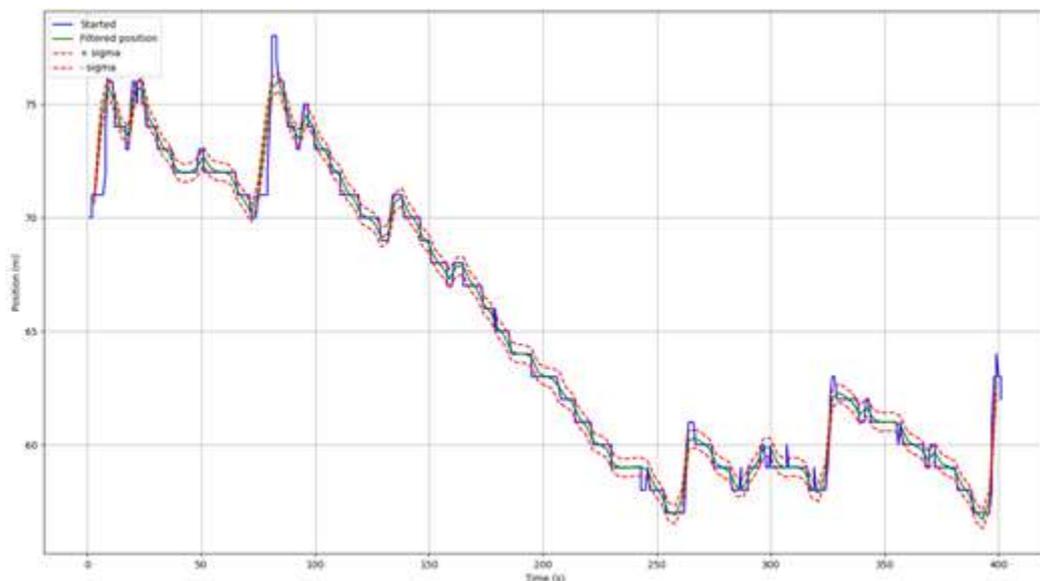


Рисунок 1 – Результат применения фильтра

И KF, и его сглаживающая реализация, традиционно используются с уже заданными параметрами. В случае библиотеки rukaian, класс KalmanFilter может быть инициализирован любым подмножеством обычных параметров модели и использоваться без подгонки. Для всех неопределенных параметров задаются значения по умолчанию.

Реализация со сглаживанием может включать «будущие» измерения, а также прошлые при одинаковых вычислительных затратах $O(Td^3)$, где T – количество временных шагов, а d – размерность пространства состояний.

В дополнение класс KalmanFilter реализует алгоритм максимизации ожидания (EM). Этот итерационный алгоритм – способ максимизировать вероятность наблюдаемых измерений.

В реальном биометрическом оборудовании случается временный выход из строя одного из датчиков (например, кратковременная потеря контакта), и применение KF и EM позволяют выполнять обработку этого сценария.

Пример применения KF на примере временного ряда кожно-гальванической реакции пользователя [5] доступен на рис. 1. Отметим, применение KF является для медленно изменяющихся биометрических показателей, таких как электропроводность кожи и частота сердечных сокращений, и наименее эффективным — для таких сложнопрогнозируемых временных рядов, как ритмы электроэнцефалограммы, представляющие собой суммированный электрический шум подмножества нейронов участков коры головного мозга.

Заключение. Применение средств частотной унификации временных рядов биометрических данных является целесообразным при проведении комплексного биометрического тестирования для оценки нагрузок, испытываемых человеком-оператором в силу разнородности доступного биометрического оборудования и необходимости использования комплекса доступных биометрических показателей, а фильтр Калмана является одним из эффективных методов решения данной проблемы.

Список литературы

1. Костюк Д.А., Маркина А.А. Подход к комплексному межгрупповому usability-тестированию для платформы GNU/Linux // Тринадцатая конференция «Свободное программное обеспечение в высшей школе»: Материалы конференции. – Переславль, 26–28 января 2018 г. – М.: Basealt, 2018. – С. 39–44.
2. Костюк Д.А., Латий О.О., Маркина А.А. Подход к биометрической оценке эргономики графического интерфейса пользователя // Вестник Брестского государственного технического университета. Физика, математика, информатика. – 2016. – № 5(101). – С. 46–49.
3. Onof C. et al. Spatial-temporal rainfall fields: modeling and statistical aspects // Hydrology and Earth System Sciences, v. 4, iss. 4, 2000. – p. 581–601.
4. Durbin, J. Time Series Analysis by State Space Methods: Second Edition. / J. Durbin, S. J. Koopman. Oxford Scholarship Online: December 2013.
5. Журавский В.И., Костюк Д.А., Латий О.О., Маркина А.А., Поляков В.И. Измерение и анализ электрической активности кожи для задач мониторинга состояния пользователя // Вестник БрГТУ. – 2018. – №5(113): Физика, математика, информатика. – С. 74–76.

UDC 004.2

UNIFICATION OF TIME SERIES OF BIOMETRIC DATA USING THE KALMAN FILTER

Shulgan A.A.

Brest State Technical University, Brest, Republic of Belarus

*Kostiuk D.A. – PhD, associate professor of the Computers & Systems department,
Markina A.A. – senior lecturer of the Computers & Systems department*

Annotation. The application of the recursive Kalman filter for the frequency unification of biometric data streams in the instrumental assessment of the operator's state in the human-machine system is proposed. The features of the filter are considered, as well as the features of using the *pykalman* library to solve the problem.

Keywords: Ergonomics, Kalman filter, biometric measurements

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СРЕДСТВ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ С ПРОГРАММНЫМИ РЕШЕНИЯМИ КОМПАНИИ GALILEOSKY

Малых А. А., Пономарев И. А.

*Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,
г. Пермь, Российская Федерация*

Научный руководитель: Лядова Л. Н. – канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры информационных технологий в бизнесе

Аннотация. Работа носит исследовательский характер. Большинство существующих средств для автоматизации технологических процессов имеют ряд ограничений, поэтому существует потребность в реализации средства, где данные ограничения снимаются. Поставлена цель исследовать возможности программных средств компании GalileoSky, сравнить их с существующими системами и на основе проведенного сравнительного анализа определить пути совершенствования этих программных средств. В рамках развития платформы была проведена оценка применения АСУ ТП по разным отраслям. Был проведен сравнительный анализ существующих средств разработки АСУ ТП: определены функциональные требования, которые необходимо учесть при создании программного средства для автоматизации технологического процесса. На основе выявленных требований к программным средствам был проведен аналитический обзор платформы GalileoSky. Были определены основные ограничения системы и предложены меры по их решению.

Ключевые слова: АСУ ТП, автоматизация технологических процессов, компания GalileoSky, инструментальные средства разработки

Введение. Автоматизация технологических процессов предприятия – важная задача для бизнеса [3]. Качественный мониторинг производственных процессов позволяет оптимизировать затраты, рационально планировать закупки расходных материалов и комплектующих, оптимально распределять обслуживающий персонал и отслеживать технические сбои, чтобы избежать критических ситуаций во время производства.

Пермская компания GalileoSky занимается разработкой средств автоматизации. GalileoSky работает как над производством терминалов и оборудования для управления различными технологическими процессами (логистика, добыча и переработка полезных ископаемых, агропромышленное производство и др.), так и над разработкой программных средств для настройки собственных терминалов [5]. Так как компания только выводит на рынок свои программные решения для автоматизации технологических процессов, вопросы развития платформы, на которой разрабатываются эти решения, являются актуальными.

Целью данной работы является анализ возможностей программных средств GalileoSky в сравнении с другими программными продуктами для создания АСУ ТП с точки зрения перспектив развития и использования программных средств компании GalileoSky.

Анализ уровня автоматизации технологических процессов по отраслям. В подавляющем большинстве отраслей экономики РФ автоматизация и цифровизация находится на раннем этапе и нуждается в совершенствовании существующих технологий и создании новых доступных отечественных решений [1]. Внедрение цифровых технологий (единовременно или последовательно) предполагает реализацию комплексных решений с использованием специального программного обеспечения (SCADA, MES, PLM, ERP и т.п.). Доля применения АСУ ТП растет из года в год, в основном благодаря облачным платформам и приложениям в сфере промышленного интернета вещей (IIoT) [4]. Тем не менее, процент использования даже самых распространенных цифровых технологий существенно различается в зависимости от отрасли и по-прежнему остается невысоким (таблица 1) [2]. Отрасли отобраны таким образом, что отражены как минимальные, так и средние и максимальные показатели применения цифровых технологий.

Таблица 1 – Использование самых распространенных цифровых технологий по отраслям

Отрасль	Доля использования цифровых технологий (на 2020г.)		
	Интернет вещей	Облачные сервисы	Большие данные
Сельское хозяйство	11,6	17,8	17,2
Добыча полезных ископаемых	14,6	19,0	21,2
Оптовая и розничная торговля	24,4	38,3	25,9
Финансовый сектор	10,8	41,0	36,3
Строительство	8,6	16,0	16,3
Информационные технологии	12,8	34,6	29,5

Сравнительный обзор существующих систем автоматизации. В работе был проведён обзор и анализ систем с точки зрения функциональных и нефункциональных возможностей, ориентации на специфику предметной области (отрасли), собираемых данных, стоимости системы. Были выделены основные функциональные возможности рассмотренных систем для автоматизации технологических процессов (таблица 2) [6].

Таблица 2 – Сравнение функциональных возможностей программных средств автоматизации технологических процессов

Функциональные возможности системы	MasterSCADA 3.X	TRACE MODE	InTouch	Citect	Wialon	FactoryLink	Genesis	WinCC	КРУГ-2000
Сбор, обработка и мониторинг данных в реальном времени	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Отображение текущего состояния системы на панели оператора	+	-	+	+	+	+	-	+	+
Удалённое управление технологическими процессами	-	-	+	-	+	+	+	+	+
Регистрация критических инцидентов	+	+	+	-	+	+	+	-	+
Настройка управляющих алгоритмов системы	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Возможности по созданию отчётов и протоколов необходимой формы	+	-	+	+	+	-	+	+	+
Интеграция с серверами и другими станциями посредством сетевых протоколов	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Интеграция с внешними приложениями (СУБД, текстовые процессоры, электронные таблицы и др.)	+	+	+	-	+	+	+	-	+

Таким образом, при помощи АСУ ТП решают множество задач и немалую роль при этом играют графические возможности программы и поэтому они становятся весомым фактором при выборе программного обеспечения для реализации АСУ ТП. Для разработки наглядной мнемосхемы требуется гибкий редактор и обширная база интерактивных компонентов с проработанным набором свойств, отображающих состояние процессов визуально и обеспечивающих различные способы взаимодействия.

Исследование средств компании GalileoSky. Благодаря low-code технологии Easy Logic (созданной для программирования терминалов GalileoSky), разработчик имеет возможность изменять целевые функции [5]. При помощи встроенных инструментов, ориентированных под определённую предметную область, появляется возможность создавать алгоритмы, используя технологию drag&drop. Технология ориентирована на выполнение специфичных сценариев ПоТ (измерение основных показателей (температура, давление, влажность), обработка команд, реализация фотоснимка и другие).

Конструктор Exigner позволяет настраивать дашборды различной сложности – пользователь системы может выполнять команды, задавать параметры, настраивать сценарии работы системы и реагировать на исключительные инциденты.

Наличие среды поддержки для непрерывности сессий взаимодействия пользователя с системой реализует концепцию полного контроля процесса производства с различных рабочих мест. Мобильное приложение Exigner Driver App позволяет отображать данные в виде

наглядных дашбордов на экране смартфона или планшета оператора в режиме реального времени. Данное преимущество позволяет сократить количество операторов на производственной линии [7].

Тем не менее, у программных продуктов компании GalileoSky, по сравнению с рассмотренными средствами автоматизации, есть ряд ограничений. Анализ показал, что необходима разработка единой иерархии языков (которые позволяли бы решать взаимосвязанные задачи проектирования), создание инструментальных средств для командной разработки (для решения задач синхронизации нескольких пользователей на проекте), версионность, средства для динамической конфигурации системы (без привлечения разработчиков и сотрудников технической поддержки).

Заключение. Анализ уровня автоматизации технологических процессов по отраслям показал, что не , и существует потребность в средствах разработки программных продуктов для создания АСУ ТП. В рамках аналитического обзора существующих средств для создания систем класса АСУ ТП, были выявлены основные требования к функциональным возможностям при создании систем. Был проведён анализ возможностей программных средств GalileoSky с точки зрения перспектив развития и использования программных средств компании.

Список литературы

1. Абдрахманова, Г. И. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты / Г. И. Абдрахманова, К. Б. Быховский, Н. Н. Веселитская, К. О. Вишневецкий, Л. М. Гохберг и др. // XXII Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 13–30 апр. 2021 г. ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — М. : Изд. дом Высшей школы экономики, 2021. — 239 с.
2. Абдрахманова, Г. И. Цифровая экономика: 2022: краткий статистический сборник // Г. И. Абдрахманова, С. А. Васильковский, К. О. Вишневецкий и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — М.: НИУ ВШЭ, 2022. — 124 с.
3. Автоматизированные системы управления технологическими процессами // АСУ ТП URL: <https://www.asutp.ru/> (дата обращения: 23.11.2021).
4. АСУ ТП (рынок России) [Электронный ресурс] // TADVISER. URL: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:АСУ_ТП_\(рынок_России\)_\(дата_обращения:_01.04.2022\).](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:АСУ_ТП_(рынок_России)_(дата_обращения:_01.04.2022).)
5. Возможности технологии Easy Logic. Разработка компании GalileoSky [Электронный ресурс] // galileosky.com URL: <http://base.galileosky.com/> (дата обращения: 01.04.2022).
6. Ермолаева, В. В. Автоматизированные системы управления / В. В. Ермолаева, Д. А. Калашиников. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 11 (115). — С. 166-168. — URL: <https://moluch.ru/archive/115/30927/> (дата обращения: 02.04.2022).
7. Работа с мобильным приложением Exigner v4.0. Разработка компании GalileoSky // galileosky.com URL: <http://base.galileosky.com/articles/#!docs-publication/exigner-mobile-app-4> (дата обращения: 01.01.2022).

UDC 004.4'2

COMPARATIVE ANALYSIS OF PROCESS AUTOMATION SYSTEM DEVELOPMENT TOOLS WITH GALILEOSKY SOFTWARE SOLUTIONS

Malykh A. A., Ponomarev I. A.

HSE University, Perm, Russian Federation

Lyadova L.N. – PhD, associate professor associate professor of the department of informational technologies in business

Annotation. This work is of an exploratory nature. Most of the existing tools for process automation have several limitations, therefore, there is a need to implement a tool, which removes these limitations. The application of the APCS was assessed for the various industries. Also, a comparative analysis of existing development tools of technological process control systems has been conducted: the functionality that must be considered when creating an automated system was revealed. An analytical review of GalileoSky' software tools was carried out in the context of the definition of points of growth and development of software products of the company.

Keywords. Automated Process Control System (APCS), automation of production processes, GalileoSky, development tools for production automation

УДК 004.054

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ТЕСТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Туровец Н.О., Ващилов А.Д., Марков А.Н., Мигалевич С.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Нестеренков С.Н. – канд.техн.наук, доцент кафедры ПОИТ,
декан факультета КСиС БГУИР

Аннотация. В статье рассмотрены основные инструменты для проведения тестирования производительности, нагрузочного тестирования и стресс-тестирования. Установлено, что в настоящее время существует большое число инструментов тестирования информационных систем.

Ключевые слова: информационная система, виды тестирования, тестирование производительности, нагрузочное тестирование, стресс-тестирование.

Информационная система типичной современной организации является весьма сложным образованием, построенным в многоуровневой архитектуре клиент-сервер, которое пользуется многочисленными внешними сервисами и, в свою очередь, предоставляет собственные сервисы [1]. Перед внедрением в эксплуатацию необходимо проводить тестирование информационной системы.

Тестирование позволяет определить, как может работать система под определенной нагрузкой. Можно выделить 3 основных метода тестирования информационных систем: тестирование производительности, нагрузочное тестирование и стресс-тестирование.

В настоящее время на рынке программного обеспечения существует большое количество инструментов для проведения тестирования, начиная от программных средств с открытым исходным кодом и заканчивая приложениями для автоматизированного тестирования премиум-класса. Однако, имея такое множество альтернатив, иногда трудно выбрать лучший инструмент. Рассмотрим несколько инструментов тестирования информационных систем.

Apache JMeter – один из самых популярных инструментов с открытым исходным кодом для тестирования производительности. Инструмент имеет богатую функциональность и достаточно давно успел себя зарекомендовать, как отличную альтернативу платным аналогам для большинства решаемых задач [2]. Интерфейс *JMeter* представлен на рисунке 1.

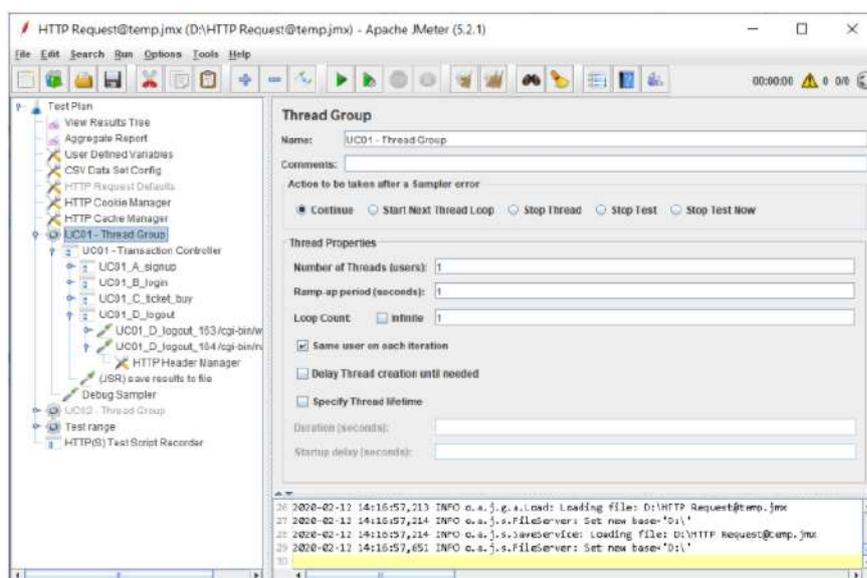


Рисунок 1 – Интерфейс *Apache JMeter*

Инструмент кроссплатформенный, так как разработан на *Java*. Доступна как работа из *GUI*, так и запуски в консольном режиме. *JMeter* действительно очень популярен в отрасли, об этом говорит тот факт, что некоторые инструменты используют *JMeter* в качестве своего базового программного обеспечения [2].

Apache Jmeter – это отличный инструмент тестирования производительности с открытым исходным кодом для больших и малых компаний. Программа предоставляет бесплатно своим пользователям различные полезные инструменты тестирования, и пользователи могут настроить её в соответствии со своими потребностями и каждого.

Micro-Focus Loadrunner (ранее известный как *HP Loadrunner*) – это довольно сложный и универсальный инструмент тестирования производительности программного обеспечения, который обнаруживает проблемы с производительностью прежде всего в корпоративных приложениях, используемых крупными компаниями для зарабатывания денег. Однако из-за своей цены этот инструмент больше подходит для средних и крупных организаций. *LoadRunner* может применяться для тестирования программного обеспечения *ERP*, устаревших системных приложений, а также технологий *Web 2.0*. Интерфейс *LoadRunner* представлен на рисунке 2 [3].

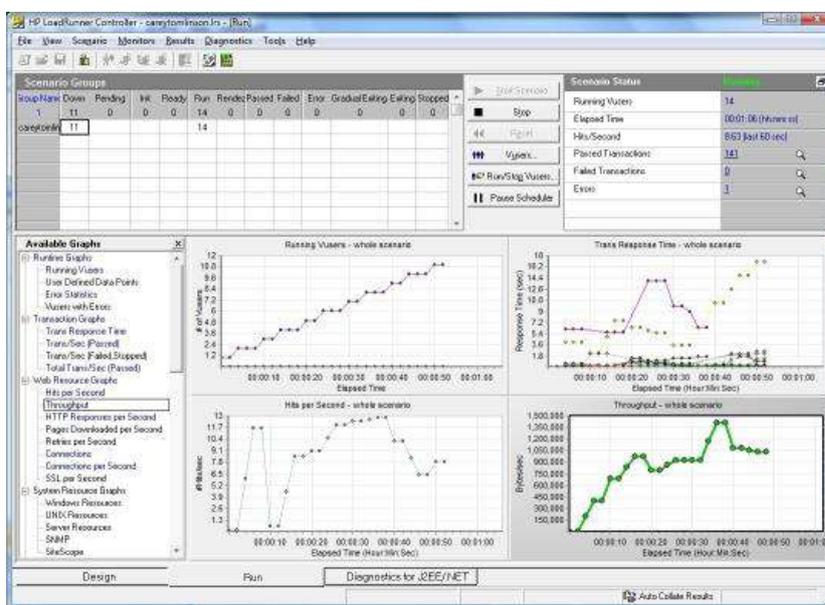


Рисунок 2 – Интерфейс *Micro-Focus Loadrunner*

Loadrunner позволяет тестировщикам программного обеспечения проводить комплексную оценку производительности своей системы. Он специализируется на выявлении узких мест до того, как приложение будет внедрено в компанию или до стадии развертывания. В результате пользователи могут оценить каждый компонент по отдельности, прежде чем он начнет работать [3].

LoadRunner очень полезен при обнаружении пробелов в производительности, если будет проводиться обновление системы. Также он предоставляет пользователям функции для прогнозирования затрат по увеличению производительности приложений. Благодаря точному прогнозированию таких затрат, связанных с аппаратным и программным обеспечением, специалистам проще повысить производительность и масштабируемость приложения.

BlazeMeter – компания-производитель одноименного программного обеспечения для тестирования, предоставляющая пользователям тестирование производительности и нагрузочное тестирование как услугу. Служба содержит инновационную и всеобъемлющую платформу непрерывного тестирования. Веб-интерфейс приложения эффективен для создания статических нагрузочных тестов и использования сценариев *JMeter* для выполнения динамических нагрузочных тестов. Интерфейс *BlazeMeter* представлен на рисунке 3 [4].

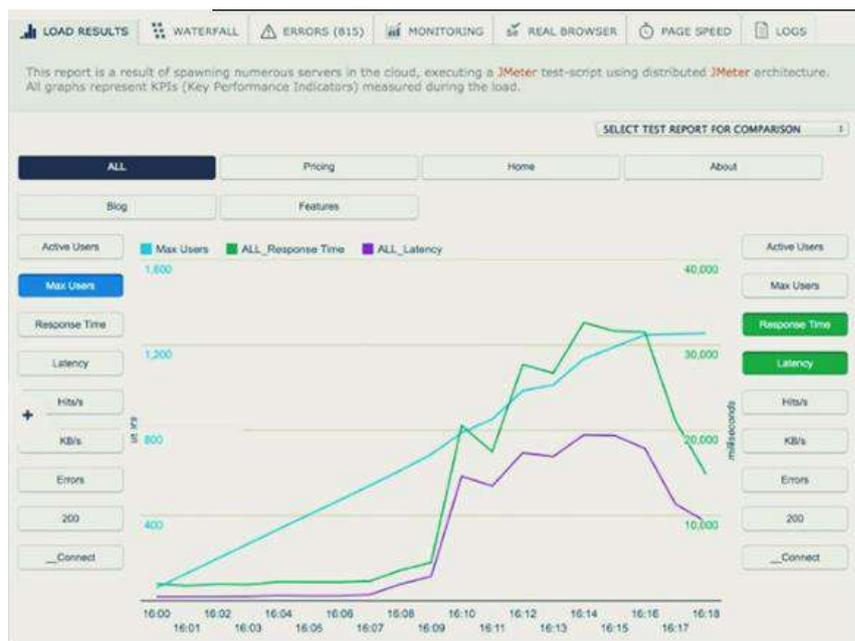


Рисунок 3 – Интерфейс *BlazeMeter*

BlazeMeter известен широчайшим использованием одного из лучших инструментов нагрузочного тестирования с открытым исходным кодом – *Apache Jmeter*. Он предоставляет различные корпоративные функции для бесплатной платформы. То есть пользователи могут получить доступ ко многим расширенным функциям, таким как мониторинг производительности приложений (APM), создание отчетов в режиме реального времени, распределенное тестирование и интеграция с инструментами разработчика для непрерывной интеграции [4].

Таким образом, на сегодняшний день существует большое число инструментов тестирования информационных систем. Рассмотренные инструменты позволяют проверить такие нефункциональные требования, как производительность и работоспособность информационной системы при различных нагрузках и создаваемых условиях.

Список использованной литературы

1. Алефиренко, В.М. Обзор и классификация информационных систем / В.М. Алефиренко, Н.О. Туровец // *Danish Scientific Journal*. – 2021. – Vol. 1, № 55. – с. 52–56.
2. *Apache* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://jmeter.apache.org/>
3. *MicroFocus* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.microfocus.com/ru-ru/products/loadrunner-professional/overview>
4. *BlazeMeter* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.blazemeter.com/product/>

UDC 004.054

INFORMATION SYSTEM TESTING TOOLS

Turovets N.O., Vashchylau A.D., Markov A.N., Migalevich S.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Nesterenkov S.N. – PhD, associate professor, dean of the faculty of computer systems and networks

Annotation. The article discusses the main tools for performance testing, load testing and stress testing. It has been established that at present there are a large number of tools for testing information systems.

Keywords. information system, types of testing, performance testing, load testing, stress testing.

РАЗРАБОТКА ПРЕДМЕТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЯЗЫКОВ НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЙ

Ермаков И. Д.

*Пермский государственный национальный исследовательский университет,
г. Пермь, Российская Федерация*

Научный руководитель: Лядова Л. Н. – канд. физ.-мат. наук, доцент, профессор кафедры математического обеспечения вычислительных систем

Аннотация. Статья представляет результаты разработки генератора предметно-ориентированных языков (DSL) на основе многоаспектной онтологий. Приведено описание этапов генерации DSL и алгоритма генерации. Из онтологии языков моделирования, включающей описания метамodelей языков, выбирается базовый язык, который предлагается настроить на использование в конкретной предметной области путём проецирования понятий из онтологии предметной области на метамodelь выбранного языка. В соответствии с правилами отображения, заданными пользователем, выполняется проекция, в ходе которой генерируется метамodelь нового DSL. В качестве примера рассматривается генерация нового предметно-ориентированного языка для предметной области «Съемка фильма».

Ключевые слова: DSM, предметно-ориентированный язык, DSL, метамodelь, автоматизация разработки языка, генерация метамodelи, многоаспектная онтология.

Введение. *Предметно-ориентированный язык* – это язык программирования или моделирования, созданный для решения задач в конкретной предметной области (*Domain-Specific Language*, DSL) [1]. Как правило, в отличие от языков общего назначения, предметно-ориентированные языки достаточно простые, так как не содержат избыточных конструкций и терминов, не связанных с решением задач в конкретной предметной области. За счет этого язык становится гораздо проще для освоения пользователями (специалистами в конкретной области), он отражает специфику предметной области, что делает его понятным даже пользователям, не владеющим навыками программирования. Такой подход к моделированию называется *предметно-ориентированным моделированием (Domain-Specific Modeling, DSM)*. Создание DSL обеспечивается специальным классом инструментальных средств – DSM-платформами, или языковыми инструментариями.

Визуальные языки обладают большей наглядностью по сравнению с текстовыми языками, что позволяет снизить трудоемкость разработки моделей и минимизировать ошибки [3]. При разработке или анализе сложных систем создаются иерархии моделей с использованием различных графических нотаций (языков).

Но, несмотря на все преимущества, предоставляемые визуальными DSL, есть и ряд недостатков, с которыми приходится столкнуться при создании языка. Одним из них является сложность создания самого языка – для того, чтобы учесть все детали, необходимо быть специалистом в предметной области, и при этом обладать достаточными знаниями в области формальных языков и возможностей языковых инструментариев, навыками программирования, чтобы создать собственный язык.

Решением данной проблемы может стать использование при создании DSM-платформы (языкового инструментария) онтологий для автоматизации разработки языков. Специалисту будет достаточно создать онтологию, включающую основные концепты из предметной области и связи между ними, затем, полученная онтология будет спроецирована на метамodelь базового языка, в результате чего генерируется новая метамodelь, т.е. создаётся новый DSL, синтаксис и семантика которого задаётся этой метамodelью.

Анализ требований к системе. Система основывается на использовании многоаспектной онтологии, включающей онтологию языков моделирования, содержащую описания языков (их метамodelей) и задач, для которых они используются, а также онтологии

предметных областей. Для пользователей должна быть реализована возможность загружать онтологии, созданные экспертами предметных областей. На основе этих онтологий, используя алгоритм отображения элементов онтологии предметной области на элементы метамodelей существующих языков в онтологии языков, должна быть сгенерирована новая метамodelь DSL, описывающая созданный язык.

Разработка генератора. Рассмотрим этапы генерации, приведенные в работе [2]:

1. Выбор задачи, которую планируется решать с помощью нового языка. Задачи анализа и проектирования, решаемые с помощью языков моделирования, описаны в онтологии.
2. Выбор существующего языка моделирования, предназначенного для решения выбранной на предыдущем шаге задачи, в качестве базового.
3. Разработка правил отображения концептов онтологии предметной области на элементы метамodelи выбранного языка в онтологии языков.
4. Генерация метамodelи нового DSL, отражающего специфику решения задачи в выбранной предметной области, описанную в соответствующей онтологии.

В качестве базового языка будет рассматриваться нотация «Сущность-Связь» (рисунок 1). Далее, будем рассматривать работу алгоритма на упрощенном примере предметной области «Съемка фильма». Онтология (рисунок 2) описывает основные понятия, связанные с процессом съёмки фильмов: фильм, у которого есть атрибуты название, сборы и рейтинг; для съёмки фильма привлекаются сотрудники, которые имеют имя и должность; между участником съёмки и фильмом имеется связь «Участвовал в съёмках».

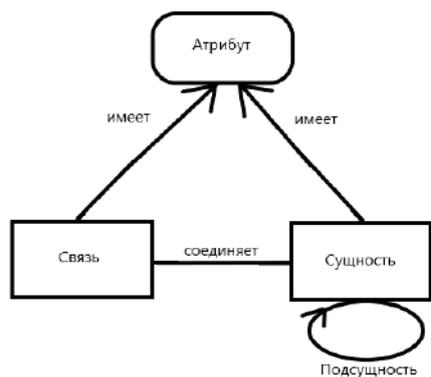


Рисунок 1 – Метамodelь диаграммы «Сущность-Связь»



Рисунок 2 – фрагмент онтологии предметной области «Съемка фильма»

Во время второго этапа пользователю предлагается вручную задать соответствие между элементами базового языка и понятиями из онтологии предметной области. На основе заданных пользователем правил отображения выполняется алгоритм генерации новой метамodelи. Идея алгоритма заключается в следующем: начинается рекурсивный обход в глубину для всех классов в онтологии, которые были выбраны для отображения. Для каждого класса в соответствии с правилами отображения создается элемент в новой онтологии. Если у класса имеются подклассы, и они еще не включены в новую метамodelь, алгоритм запускается и для них, при этом, формируются связи «Класс-Подкласс» как и в исходной онтологии. Выход из рекурсии выполняется и в том случае, если текущий элемент уже включен в метамodelь языка. Таким образом, осуществляется «перенос» классов из предметной области в новый язык. При выполнении алгоритма также переносятся и атрибуты объектов. При необходимости, для формирования связей в новой онтологии реализуется второй проход по выбранным для отображения элементам с переносом в метамodelь связей между ними.

Апробация алгоритма. Для рассматриваемой предметной области применили алгоритм генерации метамodelи DSL языка на основе метамodelи базового языка ERD. Элементы «Участник съёмок» и «Фильм» проецируются в качестве сущностей. Получили новый DSL для предметной области «Съемка фильма», метамodelь которого показана на рисунке 3. В данном примере атрибуты представлены отдельными классами, к которым классы сущностей

имели связь «Иметь атрибут». Но возможна ситуация, когда атрибуты передаются в качестве свойств классов. В таком случае, в правилах проецирования нужно указать, как именно передаются атрибуты в модели предметной области и, в случае необходимости, представить свойства в качестве элементов онтологии предметной области, которые будут участвовать в проецировании на базовый язык. Модель (диаграмма «Сущность-Связь»), которая может быть разработана с помощью нового языка, может содержать только сущности двух типов («Фильм» и «Участник съёмок»), они обладают описанным в метамодели набором атрибутов (рисунок 4). В метамодели также можно задать ограничения как на значения атрибутов сущностей, так и на значения атрибутов связей.

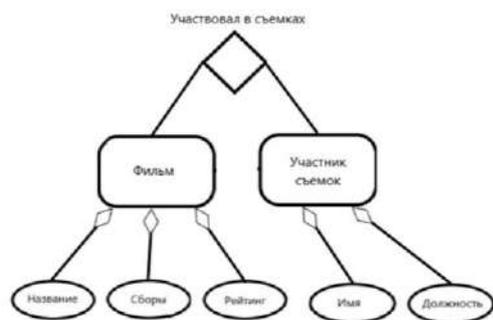


Рисунок 3. Метамодель языка «Съемка фильма»

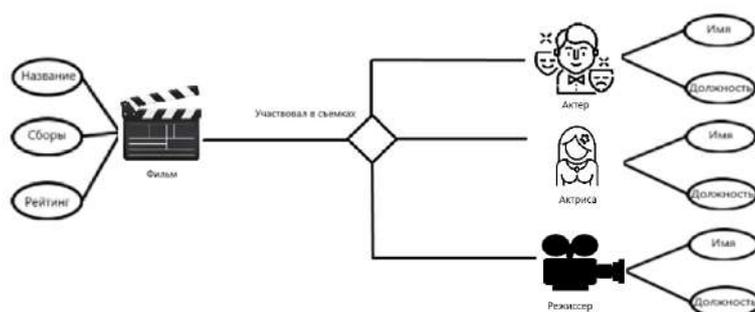


Рисунок 4. Модель «Съемка фильма» в разработанной новой нотации ERD

Заключение. Генерация предметно-ориентированных языков на основе онтологий является перспективным способом автоматизации создания новых DSL. Однако, для практического применения необходимо расширить возможности определения правил отображения, реализовать удобный пользовательский интерфейс для генератора моделей и редактор визуальных моделей.

Список литературы

1. Кознов Д.В. *Методология и инструментарий предметно-ориентированного моделирования* / Д.В. Кознов – Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, 2016. С. 35-39.
2. Лядова, Л.Н. *Автоматизация разработки предметно-ориентированных языков на основе многоаспектных онтологий* / Л.Н. Лядова Л.Н // Технологии разработки информационных систем (ТРИС-2021) №8. С. 48-52.
3. Tolvanen J.-P., Kelly S. *Model-driven development challenges and solutions – experiences with domain-specific modeling in industry* / J.-P. Tolvanen and S. Kelly // 4th International Conference on Model-Driven Engineering and Software Development, Rome, Italy, 2016, P. 711-719

UDC 004.434

ONTOLOGY-BASED DEVELOPMENT OF DOMAIN-SPECIFIC LANGUAGES

Ermakov I.D.

Perm State University, Perm, Russian Federation

Scientific Adviser: Lyadova L.N. – PhD, associate professor of the Computing System Software Department

Annotation. The paper presents the results of the development of domain-specific language generator (DSL) based on multi-aspect ontologies. The description of the stages of generation of DSL and the algorithm of generation is given. From the ontology of modelling languages, including descriptions of the metamodels of languages, it is selected a basic language, which is proposed to be used in a particular subject area by projecting the concepts from the ontology of the subject area to the metamodel of the selected language. In accordance with the mapping rules set by the user, a projection is performed, which generates a metamodel of the new DSL. As an example, we consider the generation of a new domain-specific language for the subject area "Filmmaking".

Keywords. DSM, domain-specific language, DSL, language creation automation, metamodel generation, multifaceted ontology

УДК 621.3.049.77–048.24:537.2

РАНГОВО-СПЕКТРАЛЬНЫЙ МЕТОД АНАЛИЗА ГЕНЕРАТОРОВ СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ

Адамонис А.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Ролич О.Ч. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Экспериментально исследован метод рангово-спектрального анализа генераторов случайных чисел. Генераторы с различными видами распределения проанализированы по необходимым признакам качества. В результате исследования установлено, что все рассматриваемые генераторы соответствуют необходимым требованиям.

Ключевые слова: генератор случайных чисел, рангово-спектральный анализ, спектрограмма, упорядоченный набор чисел

Введение. В настоящее время числа, которые выбираются случайным образом, находят множество полезных применений, вследствие чего разработано достаточно большое количество различных генераторов последовательностей случайных чисел. Одним из наиболее важных показателей случайных последовательностей является их качество, которое в свою очередь характеризуется непредсказуемостью рядов, независимостью и неповторяемостью числовых фрагментов, стационарностью генератора [2, 3].

Суть рангово-спектрального анализа генераторов случайных чисел состоит в анализе упорядоченного набора формируемой им последовательности, а также анализе спектрограммы. Качество генератора оценивается по степени стационарности и стохастичности распределения, и равномерности структуры спектрограммы.

Основная часть. Рангово-спектральный способ оценки качества генераторов случайных чисел в данном исследовании проведен для последовательностей с нормальным распределением, равномерным распределением и треугольным распределением Симпсона. Для анализа общая длина случайной числовой последовательности выбиралась равной 50000 элементов, шаг перемещения выборки при построении спектрограммы 256. В оконных преобразованиях использовалась прямоугольная весовая функция [1].

На рисунке 1 изображены результаты проведения рангово-спектрального анализа генератора случайных последовательностей с равномерным распределением.

Анализируя упорядоченный набор чисел, полученных с помощью рассматриваемого генератора, а также отдельные его фрагменты, можно сделать вывод о том, что последовательность действительно соответствует равномерному распределению. Об этом свидетельствует приблизительно одинаковое число повторений значений в каждом числовом диапазоне. Также принадлежность данной последовательности к равномерному распределению подтверждается гистограммой распределения, представленной на рисунке 1, (б): гистограмма последовательности имеет очевидное визуальное сходство с равномерным распределением. Аналогичным образом обосновывается соответствие остальных последовательностей. Результаты рангово-спектрального преобразования числовых последовательностей с нормальным распределением и треугольным распределением Симпсона представлены на рисунках 2 и 3 соответственно.

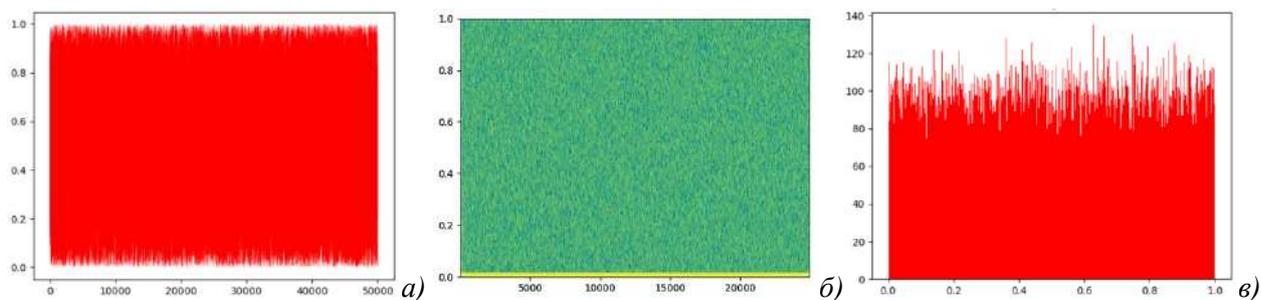


Рис 1. Результаты рангово-спектрального преобразования числовой последовательности с равномерным распределением: *а)* – график числовой последовательности; *б)* – спектрограмма числовой последовательности; *в)* – гистограмма числовой последовательности.

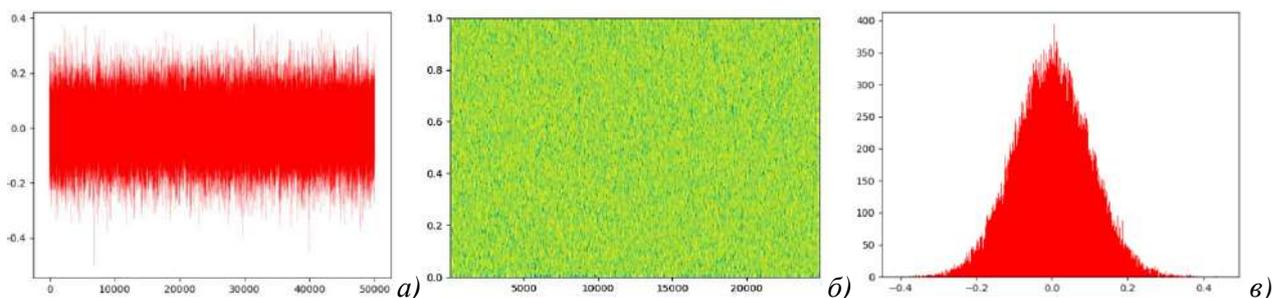


Рис 2. Результаты рангово-спектрального преобразования числовой последовательности с нормальным распределением: *а)* – график числовой последовательности; *б)* – спектрограмма числовой последовательности; *в)* – гистограмма числовой последовательности.

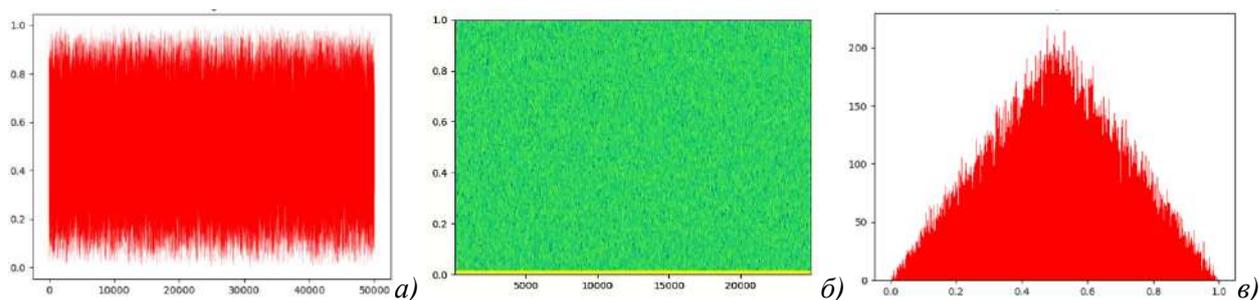


Рис 3. Результаты рангово-спектрального преобразования числовой последовательности с треугольным распределением Симпсона: *а)* – график числовой последовательности; *б)* – спектрограмма числовой последовательности; *в)* – гистограмма числовой последовательности.

Принадлежность выше описанных видов распределения подтверждается гистограммами распределения. Гистограммы рисунков 2 и 3 имеют сходство с заданными распределениями: 2, (*в*) – с нормальным распределением, 3, (*в*) – с треугольным распределением Симпсона.

На основании соответствия упорядоченных числовых наборов, а также подобия гистограмм числовых последовательностей можно сделать вывод о стационарности выбранных генераторов случайных чисел.

Проанализировав полученные спектрограммы, в частности спектрограмму числовой последовательности с равномерным распределением (рис. 1, (*б*)), нормальным распределением (рис. 2, (*б*)) и треугольным распределением Симпсона (рис. 3, (*б*)), можно сделать вывод, что они имеют схожую структуру в виде равномерного шума, что свидетельствует о хорошем качестве генератора, высоком уровне стохастичности и независимости генерируемых им числовых последовательностей.

Стационарность генератора и стохастичность случайной последовательности можно оценить по таким показателям, как коэффициент линейности зависимостей энергетических центров от горизонтального и вертикального направлений, а также отклонение от центра спектрограммы точки со средними координатами кривых, построенных на максимумах (минимумах) каждой строки (столбца) спектрограммы.

Генераторы исследуемых случайных последовательностей были оценены по выше представленным показателям. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1. Показатели качества генераторов случайных чисел.

Вид распределения	Показатели спектрограммы		
	Угол отклонения от вертикали аппроксимирующей прямой для множества энергоцентров строк, °	Угол отклонения от горизонтали аппроксимирующей прямой для множества энергоцентров столбцов, °	Радиальное отклонение от середины изображения геометрического центра для множества координат максимумов по строкам и столбцам, %
Равномерное	-0.124836	-0.034856	2.428
Нормальное	-0.015923	-0.014823	2.924
Треугольное Симпсона	-0.135816	-0.248520	3.467

Для оценки стационарности генератора установлен порог по абсолютным значениям углов отклонений от вертикали (горизонтали) аппроксимирующих прямых для множеств энергоцентров строк (столбцов) равный 1.0° , а для оценки стохастичности порог по радиальному отклонению от середины спектрограммы геометрического центра для множества координат максимумов по строкам и столбцам равен 5 %. Соответственно, с точки зрения оценки стохастичности генераторы последовательностей с равномерным, нормальным распределениями, а также треугольным распределением Симпсона считаются удовлетворительными [4].

Заключение. Анализ генератора случайных чисел проведен с помощью рангово-спектрального метода. Проанализированы упорядоченные наборы случайных чисел, а также спектрограммы последовательностей с различными видами распределения, в результате чего обосновано соответствие исследуемых генераторов надлежащим признакам качества.

Список литературы

1. Киселёва, М. П. Формирование случайного массива с заданным законом распределения на основе генератора с равномерным законом распределения / М. П. Киселёва, О. Ч. Ролч // Интеллектуальные, сенсорные и мехатронные системы-2021: сборник научных трудов (по материалам студенческих научно-технических конференций). – Минск: БНТУ, 2021. – С. 17 – 19. – Режим доступа : <https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/94437/17-19.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
2. Колесова, Н. А. Оценка качества генераторов последовательностей случайных чисел / Н. А. Колесова // Вестник АГТУ. – 2011. – № 1. – С. 119 – 123. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-kachestva-generatorov-posledovatelnostey-sluchaynyh-chisel/viewer>.
3. Ажмухамедов, И. М. Методика оценки качества последовательности случайных чисел / И. М. Ажмухамедов, Н. А. Колесова // Вестник АГТУ. – 2010. – № 2. – С. 141 – 148. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-otsenki-kachestva-posledovatelnosti-sluchaynyh-chisel/viewer>.
4. Адамонис, А. В. Спектрально-статистический анализ генераторов случайных чисел / А. В. Адамонис // Интеллектуальные, сенсорные и мехатронные системы-2022: сборник научных трудов (по материалам студенческих научно-технических конференций). – Минск: БНТУ, 2022. – (в печати).

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

RANK-SPECTRAL METHOD FOR ANALYSING RANDOM NUMBER GENERATORS

Adamonis A.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Rolich O.Ch. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The method of random-static analysis of random number generators has been experimentally investigated. Generators with different distribution methods are analyzed according to the necessary quality criteria. As a result of the study, it was found that all the considered generators meet the necessary requirements.

Keywords. Random number generator, rank-spectral analysis, spectrogram, ordered set of numbers

ПОСТАНОВКА НА РЕАЛИЗАЦИЮ КАК ЗАВЕРШАЮЩИЙ ЭТАП ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕНЕДЖЕРА ЗАДАЧ

Игнатенко А.Д.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Алексеев В.Ф. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Изучены возможности и необходимость постановки на реализацию в проектировании менеджера задач.

Ключевые слова: реализация, разработка, менеджер задач, постановка на реализацию.

Введение. Разработка любой программы состоит из нескольких этапов, грамотная реализация которых является обязательным условием для получения хорошего результата. Четкое следование выверенным временем этапам разработки программного обеспечения становится основополагающим критерием для занимающихся созданием ПО компаний и их заказчиков, заинтересованных в получении превосходно выполняющей свои функции программы [1–6].

Самым первым этапом разработки ПО называется процедура проведения анализа выдвинутых заказчиком требований к создаваемому ПО, чтобы определить ключевые цели и задачи конечного продукта. В рамках этой стадии максимально эффективно формулируются предъявляемые к ПО требования. Результатом проведенного анализа становится формирование основного регламента, на который будет опираться исполнитель в своей работе – технического задания на разработку программного обеспечения. ТЗ должно полностью описывать поставленные перед разработчиком задачи и охарактеризовать конечную цель проекта в понимании заказчика.

Следующий ключевой этап в разработке программного обеспечения – стадия проектирования, то есть моделирования теоретической основы будущего продукта [1].

На этом этапе и происходит знакомство с понятием «постановка на реализацию», которое с первого взгляда может быть похоже на понятие «техническое задание». Однако далее в данной статье эти понятия будут разграничены, а также будет более подробно рассмотрена постановка на реализацию в разработке менеджера задач.

Основная часть. Процесс создания программного обеспечения достаточно сложен и трудоемок, так как результатом должен быть продукт, не только полностью удовлетворяющий требованиям пользователя, но и достаточно функциональный в рамках обозримого будущего. В связи с этим весь процесс проектирования программ разделен на определенные этапы, которые позволяют осуществлять всесторонний контроль и отслеживание процесса разработки программного обеспечения.

На сегодняшний день не существует универсального процесса разработки программного обеспечения – набора методик, правил и предписаний, подходящих для программного обеспечения любого вида, для любых компаний, для команд любой национальности. Каждый текущий процесс разработки, осуществляемый некоторой командой в рамках определенного проекта, имеет большое количество особенностей и индивидуальностей. Однако целесообразно перед началом проекта спланировать процесс работы, определив роли и обязанности в команде, рабочие продукты (промежуточные и финальные), порядок участия в их разработке членов команды и так далее.

Процесс создания программного обеспечения не является однородным. Тот или иной метод разработки программного обеспечения, как правило, определяет некоторую динамику развертывания тех или иных видов деятельности, то есть, определяет модель процесса (*process model*).

Техническое задание – это не то же самое, что и постановка на реализацию. Техническое задание – это результат обработки исходных требований, их уточнения и перевода на системный/технический уровень.

Постановка задачи на реализацию – это описание способа реализации исходных требований, технического задания, архитектурного решения, изложение требований к устройству спроектированного решения (на этом этапе исходные требования уже обработаны).

Постановка на реализацию выполняется в рамках проектирования перед реализацией (рисунок 1) [6].

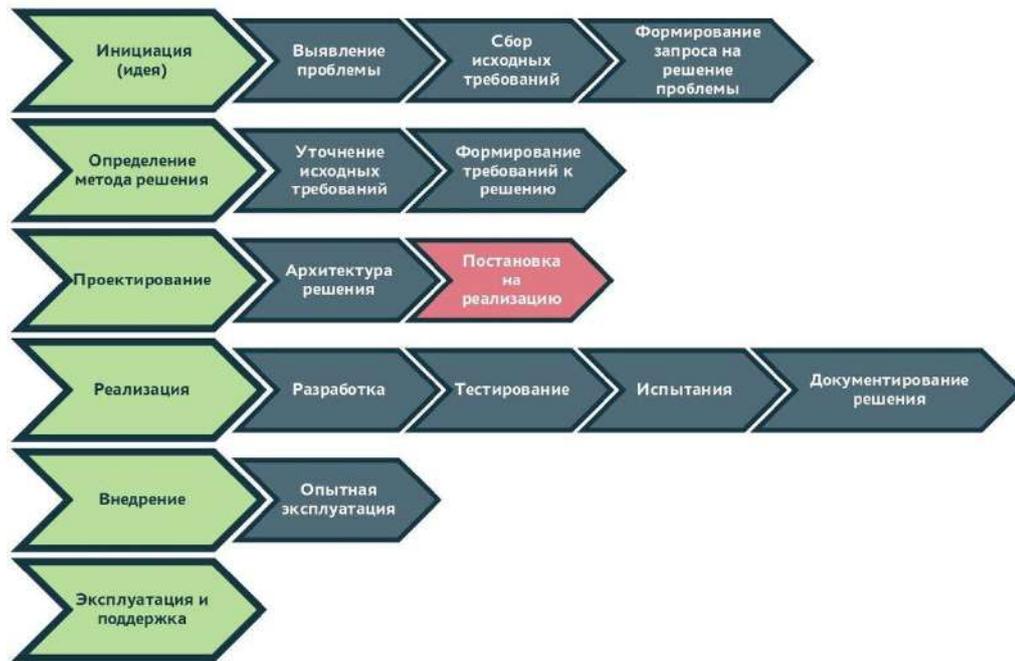


Рисунок 1 – Процесс реализации ИТ-проекта от инициации идеи до внедрения и эксплуатации готового ИТ-решения

Техническое задание разрабатывается на этапах инициации и определения метода решения бизнес-задачи. Здесь идет выявление проблемы, сбор исходных требований, формирование какого-то запроса на решение этой проблемы. А постановка на реализацию описывает, как эти функции и продукты будут реализованы. Постановка описывает конкретную функцию, модуль, что-то максимально локализованное. Объектами постановки могут быть отдельные компоненты, модули или функции – в зависимости от того, как мы декомпозировали функциональную структуру системы/решения в техническом задании.

Постановка на реализацию помогает решить следующие цели: определить границы проекта, защититься от их изменений, а также зафиксировать критерии успешного результата.

Постановка на реализацию может иметь следующую структуру:

- контекст задачи;
- ключевые источники информации;
- заинтересованные стороны;
- критерии приемки результата;
- нефункциональные требования и ограничения;
- описание решения.

Контекст задачи. Краткая информация о ситуации и проблемах, из-за которых возникла стоящая перед вами задача по автоматизации. Данная часть постановки – это, по сути, срез бизнес-требований, которые были собраны бизнес-аналитиком на предыдущем этапе.

Контекст задачи помогает:

- сформировать «мостик» между заказчиком и исполнителем,
- минимизировать риск того, что решение будет оторвано от реалий будущего использования,
- разработчикам придумать лучшее решение,
- тестировщики могут разработать максимально приближенные к реальному использованию тест-кейсы,
- команде погрузиться в предметную область и прокачать экспертизу в предметной области,
- аналитику в трассировке требований на проблемы бизнеса.

Также данный раздел может содержать: описание функций бизнес-языком, описание бизнес-процесса, бизнес-требования и перечень проблем бизнеса.

Ключевые источники информации. В этом разделе постановки речь идет о едином перечне источников информации, описание которых снижает риск использования недостоверной информации. Например, глоссарий необходим, чтобы заказчик, бизнес и команда оперировали одними и теми же согласованными терминами.

Другие примеры ключевых источников информации:

- описание внешнего или ранее реализованного *API* (например, *API* компании-перевозчика);
- *HLD (high-level design)*, описание архитектуры);
- стандарты заказчика, если речь идет про передачу листинг кода, а также когда есть свои определенные стандарты его оформления;
- ссылка на памятку по чтению постановки.

Заинтересованные стороны. Перечень людей, которые будут влиять на принятие решений и от которых зависит успех реализации.

Существуют разные роли, в которых выступают заинтересованные стороны по отношению к постановке. Например, бизнес-роли и проектные роли.

Бизнес-роль важна прежде всего на уровне сбора требований, т.к. отвечает за содержательную их часть. Бывает и так, что требования дособируют на этапе постановки, потому что иногда все то, что было наработано в техническом задании, к моменту реализации уже не совсем актуально, потому что бизнес меняется, и это нормально.

Наличие в постановке реестра заинтересованных сторон позволяет команде разработки на этапе выполнения задачи понимать, с какой из заинтересованных сторон нужно коммуницировать по какой конкретной части решения.

Критерии приемки результатов. Критерии, выполнение которых может говорить о том, что решение реализовано (*definition of done* постановки).

В широком смысле критериями приемки могут выступать:

- перечень исходных требований, реализуемых решением;
- сформированный перечень функций решения и результатов их выполнения;
- *user story*, и т.д.

Критерии приемки помогают: дать понимание границ реализации, обеспечить полноту реализации, выступают чек-листом приемки (аналитиком при авторском надзоре и заказчиком).

Нефункциональные требования и ограничения. Это требования к видам обеспечения и ограничений реализации. Нefункциональные требования нужны, чтобы их учитывать при принятии решения в рамках постановки. Ошибки при их проработке в последствии могут привести к очень серьезным проблемам и полной неработоспособности решения.

К основным требованиям относятся:

- производительность (использование в нескольких филиалах),
- доступность (24/7),
- масштабируемость (количество сотрудников),

– требования к видам обеспечения - документация и юридические аспекты,
– переходные требования - требования, позволяющие без потерь перейти к новой версии автоматизации.

Описание решения. Это основная часть постановки, описывающая способ и границы реализации.

Описание решения может содержать: сценарии использования (*UseCase*), информационные модели, статусные модели, алгоритмы, макеты интерфейсов (UX/UI), компонентные схемы и описание интеграций.

Диаграммы для *UseCase* ограничены, т.е. фиксируют конкретный набор функциональности, который, в свою очередь, помогает [2]:

- аналитику ничего не забыть,
- разработчику реализовать данный сценарий,
- заказчику увидеть сценарий его будущего взаимодействия с системой,
- тестировщикам создать тест кейсы.

Заключение. Таким образом, постановка на реализацию является важным этапом проектирования менеджеров задач, так как позволяет предотвратить неожиданные результаты в процессе реализации, а также зафиксировать границы решения для сохранения их от изменений.

Список литературы

1. Этапы разработки программного обеспечения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.intechcore.com/stages-software-development/>. – Дата доступа: 12.04.2022.
2. Постановка задачи на реализацию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://systems.education/implementation-spec?>. – Дата доступа: 12.04.2022.
3. Алексеев, В. Ф. Информационная поддержка управления инновационной деятельностью предприятия / В. Ф. Алексеев, Д. В. Лихачевский, В. В. Хорошко // *BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня: сб. материалов VI Международ. науч.-практ. конф., Минск, 20-21 мая 2020 года: в 3 ч. Ч. 3 / редкол.: В. А. Бозуш [и др.]*. – Минск : Бестпринт, 2020. – С. 412–417.
4. Алексеев, В. Ф. Разработка онлайн платформы оценки и финансирования инновационных проектов / В. Ф. Алексеев, Д. В. Лихачевский, Г. А. Пискун // *BIG DATA Advanced Analytics: collection of materials of the fourth international scientific and practical conference, Minsk, Belarus, May 3 – 4, 2018 / editorial board: M. Batura [etc.]*. – Minsk, BSUIR, 2018. – P. 398 – 404.
5. Алексеев, В. Ф. Программное средство для оценки финансового состояния предприятия / В. Ф. Алексеев, Г. А. Пискун, Д. В. Лихачевский // *BIG DATA Advanced Analytics: collection of materials of the fourth international scientific and practical conference, Minsk, Belarus, May 3 – 4, 2018 / editorial board: M. Batura [etc.]*. – Minsk, BSUIR, 2018. – P. 308 – 312.
6. Школа системного анализа // *Постановка задачи в ИТ-проектах [Электронный ресурс]*. – 2022. – Режим доступа: <https://systems.education/implementation-spec> – Дата доступа: 10.04.2022.

UDC 004.4

SETTING UP FOR IMPLEMENTATION AS THE FINAL STAGE OF DESIGNING A TASK MANAGER

Ignatenko A.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Alexeev V.F. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The possibilities and necessity of setting up for implementation in the design of the task manager are studied.

Keywords. implementation, development, task manager, setting for implementation.

СТАБИЛОПЛАТФОРМА С МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Старосотников В.Д., Царик В.А.

*Брестский государственный технический университет,
г. Брест, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Разумейчик В.С. – канд.техн.наук, доцент кафедры ИИТ

Аннотация. В работе раскрыта структура стабилметрической платформы и обосновано применение микроконтроллерного способа управления. Исследована применимость разработанного стабилметрического комплекса для оценки вертикальной устойчивости человека.

Ключевые слова: стабилплатформа, тест Ромберга, микроконтроллер, датчик BWT901CL

Введение. Поддержание устойчивой вертикальной позы человека – сложный процесс, в котором задействованы различные функциональные системы организма: вестибулярная, опорно-двигательная, зрительная и др. Изучение устойчивости вертикальной позы человека позволяет исследовать состояние этих функциональных систем. Стабилметрия, стабилграфия – способ количественного исследования характеристик управления позой человека, основанный на измерении координат центра давления в плоскости опоры и осуществляемый с помощью стабилплатформы. Является одним из частных исследовательских методов в постурологии (исследования позы), особенно актуальным для практической медицины, физиологии, биомеханики, спорта [1].

Использование современных компьютерных технологий в стабилметрии сделало возможным с высокой точностью количественно оценить характер и степень нарушения одной из важнейших функций опорно-двигательного аппарата – устойчивости в вертикальной позе.

Основная часть. Существующие комплексы для оценки психофизического состояния человека включают следующие составляющие:

–стабилплатформа, снабженная датчиками измерения вертикально прилагаемой к ней силы для определения центра давления, создаваемого располагающимся на платформе объектом;

–компьютер с программой для обработки данных от стабилплатформы;

–монитор для обеспечения биологической обратной связи.

Разработка стабилплатформы с микроконтроллерным управлением является актуальной на сегодняшний день задачей. Такая стабилплатформа, структура которой представлена на рисунке 1, способна работать не только в составе стабилметрического комплекса, но и как самостоятельное устройство, например, для недопущения допуска к работе лиц в состоянии интоксикации (например, алкогольной).

В качестве датчиков измерительного блока можно использовать микропереключатели, тензометрические датчики, датчики угла наклона (инклинометры). Для определения центра давления воспользуемся датчиком BWT901CL. Датчик BWT901CL имеет напряжение питания от 3.3 до 5 В, скорость передачи данных 115200 бод, частоту измерения до 200 Гц, небольшие размеры 51.3×36×15 мм³. Датчик BWT901CL может измерять ускорение в диапазоне ±16 g с точностью 0.01g, угловую скорость – ±2000 °/с с точностью 0.05°/с, углы наклона по трем осям – ±180° с точностью 0.01°. Датчик BWT901CL имеет интерфейсы подключения UART и Bluetooth [2]. Для определения координат центра давления человека на платформу достаточно одного такого датчика.

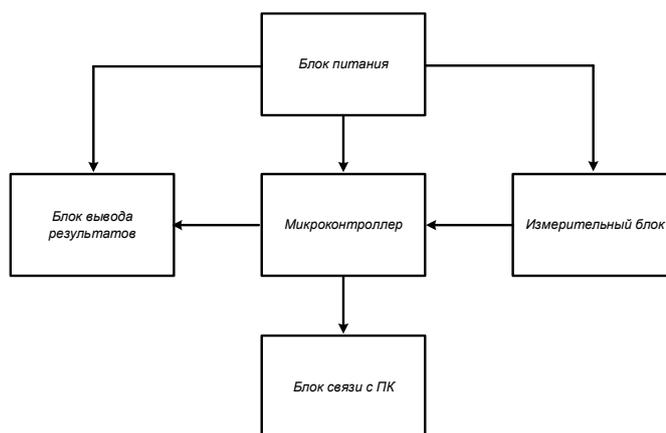


Рисунок 1 – Структурная схема стабилоплатформы с микроконтроллерным управлением

Координаты центра давления человека на опору определяются по формуле:

$$X, Y = H \sin(\alpha), \quad (1)$$

где H – положение центра масс объекта относительно опорной поверхности (зависит от роста);
 α – угол наклона опорной поверхности в соответствующей плоскости.

Прототип стабилоплатформы реализован на базе Arduino Uno R3, датчик соединен с ним через порт UART. Для связи с персональным компьютером используется интерфейс USB. Связь с ПК актуальна для проведения вычислительных экспериментов и детального анализа исследуемых биометрических параметров [3]. Регистрация биометрической информации осуществляется динамически (50 раз в секунду), позволяя получить траекторию перемещения проекции общего центра масс на плоскость стабилоплатформы в ходе проведения функционального теста (например, проба Ромберга с открытыми и закрытыми глазами).

Для тестирования разработанного стабилметрического комплекса были проведены серии вычислительных экспериментов (для людей разного возраста и пола) по 10 тестов в каждой. Испытуемый проходил тест Ромберга:

- звуковой сигнал готовности стабилоплатформы – должным образом установить стопы на платформу;
- время выдержки – время до начала регистрации данных, необходимое для завершения переходных процессов при изменении положения;
- звуковой сигнал начала регистрации данных – стоять неподвижно;
- звуковой сигнал окончания 30-секундного теста с открытыми глазами и начала теста с закрытыми глазами – закрыть глаза, стоять неподвижно;
- звуковой сигнал окончания 30-секундного теста с закрытыми глазами – сойти с платформы.

После сбора данных в среде Matlab происходила их обработка и вычисление стабилметрических параметров. Для каждого из тестов определялись следующие показатели: среднее положение центра давления по X , среднее положение центра давления по Y , среднеквадратическое отклонение (СКО) по X , СКО по Y , длина пути статокинезиограммы, площадь статокинезиограммы, отношение длины статокинезиограммы к ее площади, коэффициент Ромберга.

Стабилограммы по осям X и Y одного из испытуемых представлены на рисунке 2. Статокинезиограммы испытуемого в тестах с открытыми и закрытыми глазами представлены на рисунке 3.

На изучаемые параметры влияют: эмоциональное состояние обследуемого, значительная физическая или интеллектуальная нагрузка, состояние интоксикации, последствия черепно-мозговой травмы, снижение остроты зрения, заболевания внутреннего уха и слухового нерва.

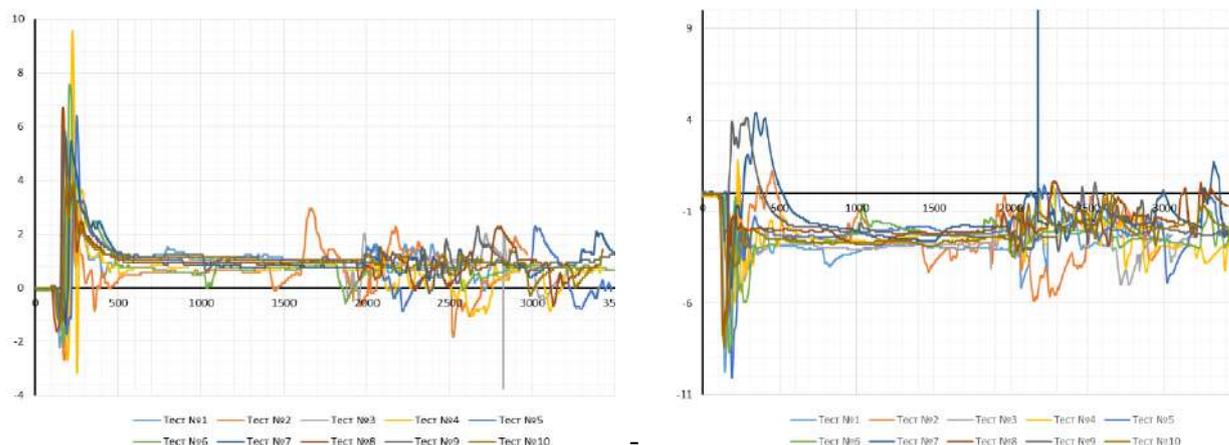


Рисунок 2 – Стабилограммы по оси X (слева) и по оси Y (справа)

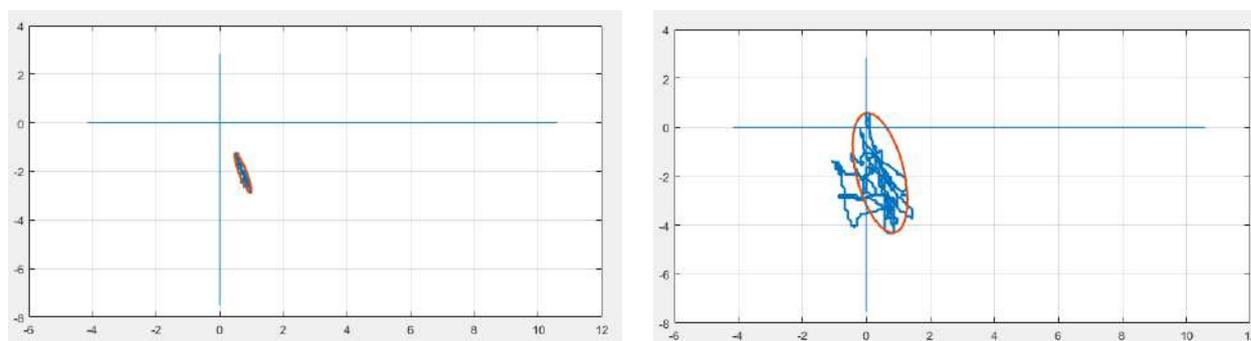


Рисунок 3 – Статокинезиограммы в тестах с открытыми (слева) и закрытыми (справа) глазами

Заключение. Разработанный стабилметрический комплекс может применяться для оценки устойчивости вертикальной позы человека. Блок управления на базе микроконтроллера позволяет использовать стабилоплатформу как самостоятельное устройство, программное обеспечение для ПК служит средством визуального отображения результатов и детального исследования отдельных параметров, имеющих доминирующее значение в клиническом анализе.

Список литературы

1. Стабилметрия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Стабилметрия_\(исследование_позы\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Стабилметрия_(исследование_позы)). – Дата доступа: 02.04.2022.
2. Gyroscope Bluetooth Version BWT901CL. SPECIFICATION. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://wiki.wit-motion.com/english/lib/exe/fetch.php?media=bluetooth_inclinometer:bwt901cl:docs:bwt901cl_user_manualv1.0pdf.pdf. – Дата доступа: 02.04.2022.
3. Костюк Д.А., Латий О.О., Маркина А.А. Биометрическая измерительная система для оценки состояния пользователя ПК. // Информационные технологии и системы 2018 (ИТС 2018): материалы международной научной конференции. Минск, БГУИР, 25 октября 2018 г. – С. 166–167.

UDC 004.383::611.85

STABILOMETRIC PLATFORM WITH MICROCONTROLLER

Starosotnikov V.D., Tsaryk V.A.

Brest State Technical University, Brest, Republic of Belarus, Republic of Belarus

Razumeichyk V.S. – PhD, associate professor of the department of IIT

Annotation. The paper reveals the structure of the stabilometric platform and justifies the use of micro-controller management in it. The applicability of the developed stabilometric complex for assessing person's vertical stability is investigated.

Keywords: stabilometric platform, microcontroller, BWT901CL sensor, Romberg test

УДК 004.383::612.211

МИКРОКОНТРОЛЛЕРНАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ РЕСПИРАЦИИ

Ефимович В.Ф., Царик В.А., Старосотников В.Д.

*Брестский государственный технический университет,
г.Брест, Республика Беларусь*

*Научные руководители: Буслук В.В. – заведующий лабораторией, доцент кафедры ЭВМиС,
Журавский В.И. – доцент кафедры ЭВМиС*

Аннотация. В работе показана возможность создания микроконтроллерной системы измерения ряда физиологических функций дыхания человека. Создание системы актуально в связи с необходимостью оперативной диагностики легких при заболеваниях и, в первую очередь - COVID-19, а также для диагностики состояния системы дыхания спортсменов. Разработанная микроконтроллерная система контроля респирации (дыхания) состоит из: спиротестера, мобильного устройства (телефона с операционной системой Android) и программного обеспечения. Максимальная продолжительность теста – 10 секунд с дискретностью измерения 0,1 сек. Диапазон измеряемого дифференциальным датчиком давления – 0...20 кПа. Устройство имеет OLED дисплей и энергонезависимую память, в которой хранятся 5 последних снятых значений вдоха/выдоха. Приложение для Android-смартфонов обеспечивает создание базы данных пациентов с сохранением результатов испытаний и выводом данных в виде графиков (спирограмм), вычислением по каждому из них максимальных значений давления, установление реферативных значений.

Ключевые слова: микроконтроллерная система, респирация, спирометрия, спиротестер, спирограмма.

Введение. Человечество за всю его историю сталкивалось со множеством заболеваний, эпидемий и пандемий. Одна из них – пандемия COVID-19 – показала, насколько опасными могут быть вирусы, как быстро они могут распространяться, а также насколько быстро поражаются лёгкие человека. Заболевания дыхательных путей и легочной ткани в большинстве случаев вызывают изменения функциональных параметров дыхания. Таким образом, исследуя функциональное состояние респираторной системы, можно получить представление о характере патологического процесса в бронхах и легких. [1] Каждый день делать флюорографию или рентгеновскую компьютерную томографию не представляется возможным, к тому же это не безвредно для человека. Для оценки ряда важнейших функций легких можно использовать возможности спирометрии. Спирометрия, или спирография, – один из признанных методов оценки легочной функции, метод исследования функции внешнего дыхания, включающий в себя измерение объёмных и скоростных показателей дыхания [2]. Спирометрия легких может быть использована при периодическом индивидуальном контроле для оценки достигнутых показателей респирации у спортсменов, оперативном определении профпригодности для некоторых сфер деятельности человека.

Анализ существующих аналогов показал, что многие из этих устройств имеют чрезмерно большой список измеряемых показателей, сложные компьютерные приложения для работы с ними, а также, зачастую, отсутствие приложений для смартфонов, что ухудшает их потребительские свойства, а также имеют высокую стоимость. Отсюда появилась необходимость в разработке такого спирометра, который имел бы компактные размеры, небольшой вес, достаточный набор измеряемых параметров респирации, конкурентное соотношение цена-качество, простое и удобное приложение для смартфонов.

Основная часть Разработанная микроконтроллерная система контроля респирации (дыхания) состоит из: спиротестера, мобильного устройства (телефона с операционной системой Android) и программного обеспечения. Использование подобного сочетания для аппаратной части является в настоящий момент востребованным и технически оправданным при разработке портативных биометрических систем [3].

Максимальная продолжительность теста может достигать 10 секунд с дискретностью измерения 0,1 сек. Диапазон измеряемого дифференциальным датчиком давления – 0...20 кПа. Устройство имеет энергонезависимую память, в которой хранятся 5

последних снятых значений вдоха/выдоха. Подключение к телефону или персональному компьютеру может осуществляться по шине USB. Зарядка встроенного аккумулятора происходит при подключении к шине спирометра. Имеется также система контроля заряда батареи.

Спиротестер осуществляет измерение давления вдоха (инспирации) и выдоха (экспирации) испытуемого, после чего можно подключить устройство к телефону и записать в приложение SpiroTest записанные в памяти спирометра значения. Измеряемые параметры: максимальное давление инспирации (MIP) и максимальное давление экспирации (MEP), на стадии реализации – SMIP, SMEP. Он разработан на базе микроконтроллера Atmega 328. Применение микроконтроллеров этой серии для медицинской техники имеет ряд преимуществ, таких как помехозащищенность (благодаря наличию специального режима работы), достаточный объем ОЗУ. В составе контроллера Arduino это позволяет использовать простую среду программирования Arduino IDE, которая находится в свободном доступе. Для индикации данных пользователю используется OLED-дисплей на самом устройстве. Внешний вид микроконтроллерной системы представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Внешний вид микроконтроллерной системы измерения респирации

Для обеспечения безопасности испытуемого, предотвращения заражения при контакте после предыдущего пациента, спирометр укомплектован сменными клапанами-мундштуками, которые необходимо заменить для каждого нового испытуемого. Использованные мундштуки могут повторно применяться после стерилизации. Планируется также добавление опции ультрафиолетовой обработки поверхностей и воздуха внутри блока в целях обеззараживания.

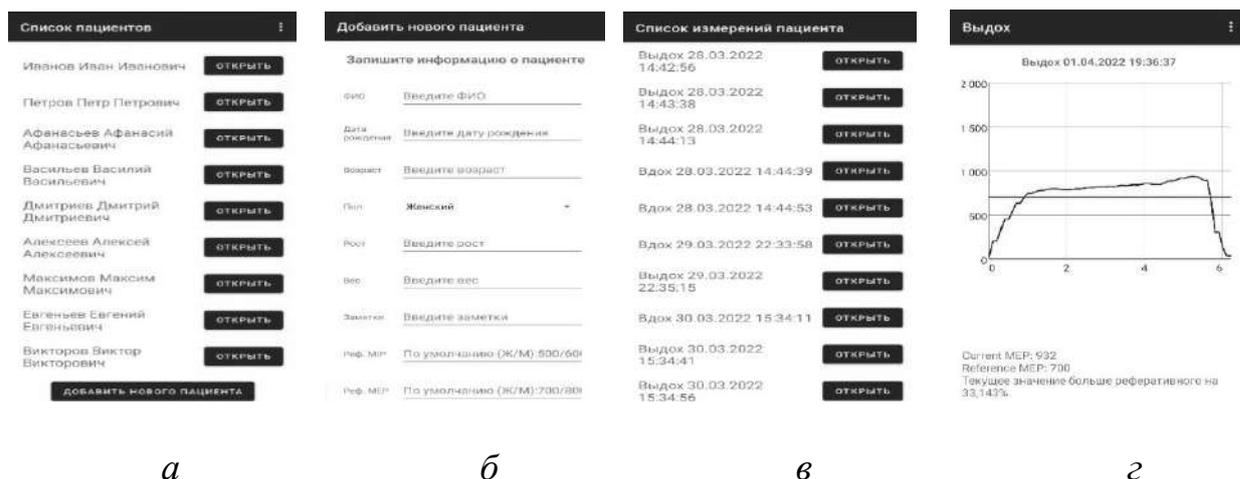


Рисунок 2 – Изображение окон приложения SpiroTest: главного окна (а); окна добавления пациента (б); окна со списком измерений пациента (в); окна с графиком конкретного измерения (г)

Приложение для Android смартфонов было спроектировано в среде разработки Android Studio. Она обладает такими преимуществами, как современный визуальный редактор макетов, удобный и быстрый эмулятор устройств, анализатор APK-файлов, интеллектуальный редактор кода, гибкая система сборки и др. Это позволяет разрабатывать более качественные Android-приложения, проводить их отладку прямо на компьютере. Android Studio распространяется на безвозмездной основе.

Мобильное приложение предназначено главным образом для медицинского персонала учреждений здравоохранения (далее будет объяснено почему). Главный экран представляет собой список пациентов из базы данных (рисунок 2, а). В окне добавления нового пациента можно ввести необходимую информацию о нём (рисунок 2, б), после чего приступить непосредственно к измерению показателей. Снятые значения будут отнесены к конкретному испытуемому с пометкой, когда оно было сделано (рисунок 2, в), а также с графическим отображением этого измерения – спирограммой (рисунок 2, г). Окно с графиком содержит ознакомительную информацию о текущем значении относительно нормы.

Заключение. Таким образом, был разработан конкурентноспособный аналог зарубежным устройствам контроля дыхания человека. Устройство позволяет отслеживать респираторные показатели лёгких человека, является компактным, портативным, простым и удобным в использовании. В связи с планируемыми исследованиями физиологических особенностей пациентов и определением оптимальных параметров контроля респирации в дальнейшем прибор и приложение будут совершенствоваться, а их функционал – расширяться.

Список литературы

1. Чикина, С.Ю. Спирометрия в повседневной врачебной практике / С.Ю. Чикина, А.В. Черняк // *Лечебное дело*. – 2007. – 2.2007. – С. 29.
2. Спирометрия – Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Спирометрия>. – Дата доступа: 07.04. 2022.
- 3 Костюк Д.А., Латий О.О., Маркина А.А. Биометрическая измерительная система для оценки состояния пользователя ПК. // *Информационные технологии и системы 2018 (ИТС 2018): материалы международной научной конференции. Минск, БГУИР, 25 октября 2018 г.* – С. 166–167.

UDC 004.383::612.211

RESPIRATION MICROCONTROLLER MEASUREMENT SYSTEM

Efimovich V.F., Tsarik V.A., Starosotnikov V.D.

*Brest State Technical University,
Brest, Republic of Belarus*

*Scientific supervisors: Busliuk V.V. – associate professor of the department of computers and systems,
Zhuravsky V.I. – associate professor of the department of computers and systems*

Annotation. The paper shows the possibility to create a microcontroller system for measuring a number of physiological functions of human respiration. The creation of the system is relevant due to the need for prompt diagnosis of the lungs in diseases and, first of all, in COVID-19, as well as for diagnosing of the respiratory system state of athletes. The developed microcontroller respiratory monitoring system consists of: a spirotester, a mobile device (a phone with an Android operating system) and software. The maximum duration of the test is 10 seconds with a measurement discreteness of 0.1 seconds. The range of pressure measured by the differential sensor is 0...20 kPa. The device has an OLED display and a non-volatile memory to store last 5 inspiration or expiration values. The application for Android smartphones provides the creation of a database of patients with the preservation of test results and the output of data in the form of graphs (spirograms), the calculation of maximum pressure values for each of them, and allows to set reference values.

Keywords: microcontroller system, respiration, spirometry, spirotester, spirogram.

УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫЙ БАКТЕРИЦИДНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ СПИРОТЕСТЕРА

Ефимович В.Ф.¹, Царик В.А.¹, Болтрушко И.В.²

¹Брестский государственный технический университет,

²Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина

г. Брест, Республика Беларусь

Научные руководители: Буслук В.В. – заведующий лабораторией, доцент кафедры ЭВМ и системы БрГТУ, Журавский В.И. – доцент кафедры ЭВМ и системы БрГТУ

Аннотация. В ходе исследований были разработаны основные требования и проведены расчёты дозы УФ-излучения для дезинфекции известных патогенов. Определены основные структурные блоки ультрафиолетового бактерицидного модуля, определена элементная база и изготовлен макетный образец. Проведенный анализ и испытания макетного образца подтвердили возможность применения UVC-дезинфекции в составе спиротестера.

Ключевые слова: спирометрия, спиротестер, ультрафиолетовое излучение, УФ-диоды, UVC-светодиоды

Введение. Ультрафиолетовое излучение (УФИ), которое имеет длину волны электромагнитного излучения в диапазоне от 100 до 400 нм успешно применяется для обеззараживания в медицине, в производстве и быту. Излучение с длиной волны 254 нм близко к пику чувствительности ДНК и РНК микроорганизмов, равному 265 нм и поэтому обладает наиболее эффективным действием, при котором они теряют способность к размножению, т.е. происходит их инактивация [1]. На рисунке 1 представлена шкала электромагнитного излучения.

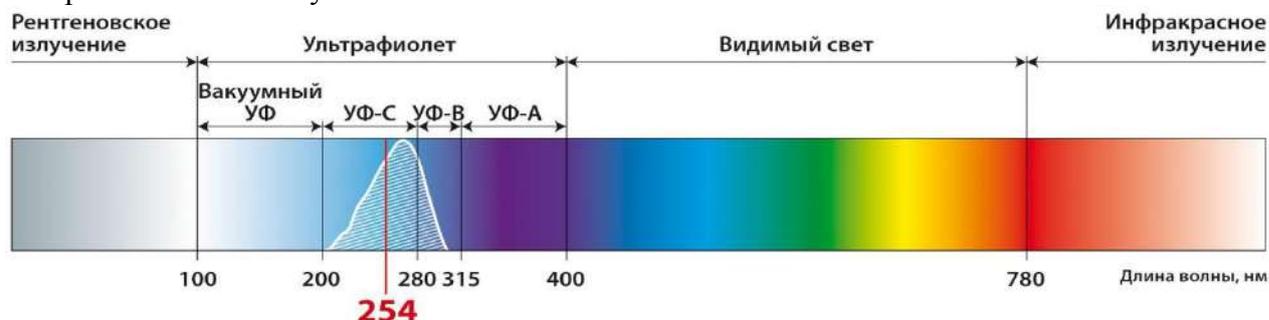


Рисунок 1 – Шкала электромагнитного излучения [1]

Известно, что для инактивации конкретного вида патогена требуется определенная ультрафиолетовая доза излучения (УФ-доза). УФ-доза это количество УФИ, которая равна произведению УФ-интенсивности на время воздействия. В свою очередь УФ-интенсивность зависит от мощности УФ-ламп и коэффициента пропускания среды. Таким образом, зная мощность ламп, показатели среды, а также УФ-дозы для обеззараживания, можно рассчитать время воздействия УФ-излучения. При этом имеется возможность комбинировать мощность ламп за счет их количества. Конкретное значение УФ-дозы для наиболее часто встречающихся микроорганизмов (вирус Гепатита А, лямблии и др.) известны [1].

При разработке медицинских приборов, а также приборов потенциально имеющих контакт с незащищенными органами испытуемых, необходимо предусмотреть меры безопасности и обеззараживания элементов конструкции. Такие задачи возникают и при эксплуатации разработанной ранее микроконтроллерной системы измерения респирации. При многократном использовании спиротестера, входящего в систему, возникает аналогичная проблема. Несмотря на то, что спиротестер имеет сменные клапаны-мундштуками, оснащен специальным устройством, предотвращающим попадание слюны и фильтром, вдыхаемый

пациентом внутрь прибора воздух может содержать определенное количество микроорганизмов, бактерий или других патогенов.

Традиционно для обеззараживания используются бактерицидные лампы, которые являются основным элементом множества имеющихся на рынке рециркуляторов. Однако в силу ограниченности объема камеры вдоха/выдоха малогабаритного спиротестера такие источники УФ-излучения не могут быть использованы. Выпускаемые промышленностью в последнее время полупроводниковые УФ-диоды (UVC-светодиоды) имеют ряд преимуществ: малые габариты, герметичность корпуса, а также широкую линейку типов по излучаемой мощности.

Поэтому актуальным является исследование обеззараживающей способности полупроводниковых УФ-диодов применительно к спиротестеру и разработка на их основе УФ-бактерицидного модуля.

Основная часть. Спиротестер измеряет давления вдоха и выдоха испытуемого и конструктивно состоит из микроконтроллера, блока питания, блока измерения давления, блока индикации и модуля УФ-обработки. Прибор разработан на базе микроконтроллера Atmega 328. Применение микроконтроллеров этой серии для медицинской техники оправдано простотой при программировании, достаточной оперативной памятью и помехозащищенностью. При этом возможности этого микроконтроллера (оперативная память) позволяют производить несложную постобработку полученных данных: расчет максимальных значений, скоростей нарастания и спада и т.д. Микроконтроллер имеет 14 цифровых входов / выходов и 6 аналоговых выходов и имеет подсистему формирования до 6 каналов ШИМ с частотой 490 Гц, поэтому целесообразность его использования для управления УФ-модулем очевидна. На рисунке 2 представлена структурная схема спиротестера.

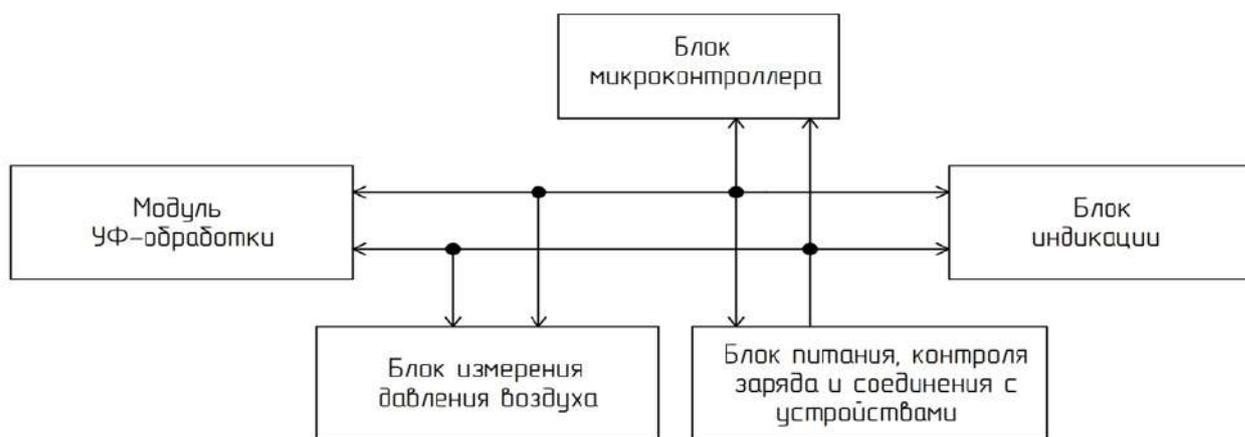


Рисунок 2 – Схема структурная спиротестера

Основная функция УФ-модуля – обеззараживание объема проходящего воздуха и внутренних поверхностей осуществляется путем включения и отключения UVC-светодиодов на определенное время во время и после проведения очередного сеанса спирометрии по команде микроконтроллера. При этом блок индикации отображает оставшееся время обеззараживания.

В качестве источника обеззараживания рассматривались UVC-светодиоды ряда фирм, представленные на доступных рынках. В таблице 1 представлены параметры основных УФ-светодиодов, реализуемых на отечественном рынке и используемых для дезинфекции [2].

Таблица 1. – Параметры УФ-светодиодов для дезинфекции

Модель светодиода, производитель	Длина волны, нм	Ток ном., мА	Ток макс., мА	Мощность излуч., мВт	Напряжение типовое, В	Угол излуч., град	Мощность потреб., Вт	Размер корпуса, мм
PB2D-1CLA-TC, ProLight Opto	275	20	30	3,5	6,5	120	0,2	3,5 × 3,5
PB2D-UJLA-TC, ProLight Opto	275	100	150	10,5	6,8	120	1	3,5 × 3,5
LT3535UVCCKCM, ParaLight	275	100	100	20	7	60	0,5	3,8 × 3,8
LT5050UVCXPC1, ParaLight	275	600	600	80	7	120	4	5 × 5

Определение наиболее подходящих для применения в УФ - модуле спиротестера излучающих диодов производилось с учетом конструкции газотранспортной системы. Производился расчет облучаемого объема и внутренней поверхности камеры вдоха/выдоха. Затем подбирался соответствующий УФ-диод и рассчитывалось время его работы.

Заключение. В ходе исследований были разработаны основные требования и проведены расчёты дозы УФ-излучения для дезинфекции известных патогенов. Проведенный анализ и испытания макетного образца подтвердили возможность применения UVC-дезинфекции в составе спиротестера.

Список литературы

1. Области применения УФ-оборудования – Компания «ЛИТ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.lituv.ru/tehnologii-uf-obezzaragivaniya/chto-takoe-uf-obezzahazhivanie/?ysclid=12324xv9t3> – Дата доступа: 17.04. 2022.
2. Каталог УФ светодиодов – Компания «Симметрон» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.symmetron.ru/catalog/aktivnye-komponenty/optoelektronika/svetodiody/uf-svetodiody/> – Дата доступа: 17.04. 2022.

UDC 621.384.4:614.485

ULTRAVIOLET BACTERICIDAL SPIROTESTER MODULE

Efimovich V.F.¹, Tsarik V.A.¹, Boltrushka I.V.²

¹*Brest State Technical University, Brest, Republic of Belarus*

²*Brest State A. S. Pushkin University, Brest, Republic of Belarus*

Scientific supervisors: Busliuk V.V. – head of the laboratory, associate professor of the department of Computers and Systems,

Zhuravsky V.I. – associate professor of the department of computers and systems

Annotation. During the research, the basic requirements were developed and calculations of the dose of UV radiation for disinfection of known pathogens were carried out. The main structural blocks of the ultraviolet bactericidal module were determined, the element base was determined and a prototype was made. The analysis and testing of the prototype confirmed the possibility of using UVC disinfection as a part of a spirotester.

Keywords: spirometry, spirotester, ultraviolet radiation, UV diodes, UVC LEDs.

УДК 355.405.2

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ ФОРМАТА PKCS#7

Макар А. А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: канд. техн. наук Ролич О. Ч.

Аннотация. Статья посвящена цифровой подписи в формате PKCS#7. В ней проанализированы возможности единственного криптопровайдера Avest CSP в Республике Беларусь. Проанализированы возможности использования CryptoAPI.

Ключевые слова: криптопровайдер, АВЕСТ, AvCSP, Microsoft CryptoAPI, PKCS#7

Введение. Актуальность темы связана с ежедневным использованием электронных документов и защиты информации. Взаимодействие с документами зарастает электронно-цифровыми аспектами: размеры информационных потоков и хранилищ, обрабатываемых в цифровом виде, каждый день вырастают, при этом «неповоротливые», в части использования свежайших технологий организации, такие как административные, судебные, исполнительные организации, все больше массово используют цифровые документы и услуги. Учитывая нюансы, с которыми сталкиваются организации при подписании документов и перевыпуске сертификатов непростое недооценить значимость электронной подписи.

Целью данной работы является анализ работы криптографии по средствам CryptoAPI и возможностей, набора механизмов и процедур защиты активов информационных систем криптопровайдером Avest CSP.

Основная часть. На протяжении последнего времени, количество документов нуждающихся в доверенности растёт с каждым днем. Для достоверности документов используется электронная цифровая подпись – это аналог рукописной подписи. Она выполняет ту же функцию – обеспечивает юридическую значимость для документов. Кроме того, электронная подпись фиксирует информацию, которая была в документе на момент подписания, тем самым подтверждая её неизменность.

Электронная подпись состоит из двух основных частей:

1. Открытый ключ, он же сертификат.
2. Закрытый ключ – криптографическая часть.

Эти составные части выполняют разные функции: с помощью закрытого ключа, доступного только владельцу, документ шифруется, а с помощью сертификата, доступного для всех, документ дешифруется. Таким образом, достигается цель использования ЭЦП – подтверждается то, кем был подписан документ, и заверяется его неизменность с момента подписания.

PKI (Public Key Infrastructure, инфраструктура открытых ключей) – набор средств, распределённых служб и компонентов, в совокупности используемых для поддержки криптозадач на основе закрытого и открытого ключей.

Аналог – это RSA ключи для SSH, но инфраструктурой их назвать сложно, так как отсутствует централизованный механизм управления ими. Также разница в том, что публичная часть ключа в паре ключей для SSH неизменна, а сертификат (публичную часть ключа участника PKI) можно перевыпустить в любой момент.

В PKI существует один или несколько Certification Authority – это центр сертификации (удостоверяющих центров) в роли который выступает НЦЭУ, отдающих публичные части своих ключей клиентам, которые в обязательном порядке перевыпускаются каждый месяц подписанные ими сертификаты. Таким образом, между участниками инфраструктуры появляются доверительные отношения, кто ими управляет, и действителен ли сертификат, выданный им или их «товарищам», в настоящий момент времени (одним из важнейших атрибутов сертификатов является срок их действия). Либо же сервер, у которого есть

публичная часть ключа СА инфраструктуры, в которой он и его клиенты работают, понимает, что к нему пришел клиент с действительным сертификатом, и разрешает ему что-то, или запрещает в противном случае.

Информация, необходимая для работы PKI, содержится в сертификате X.509. В PKI участвуют как минимум три стороны. Например, Евгений, Борис и удостоверяющий центр (УЦ) на рисунке 1. У Евгения и Бориса есть сертификаты с закрытым ключом, подписанные так называемым корневым сертификатом УЦ. У Евгения есть сертификат Бориса с открытым ключом, а у Бориса – сертификат Евгения с открытым ключом. Евгений и Борис доверяют УЦ и благодаря этому могут доверять друг другу.

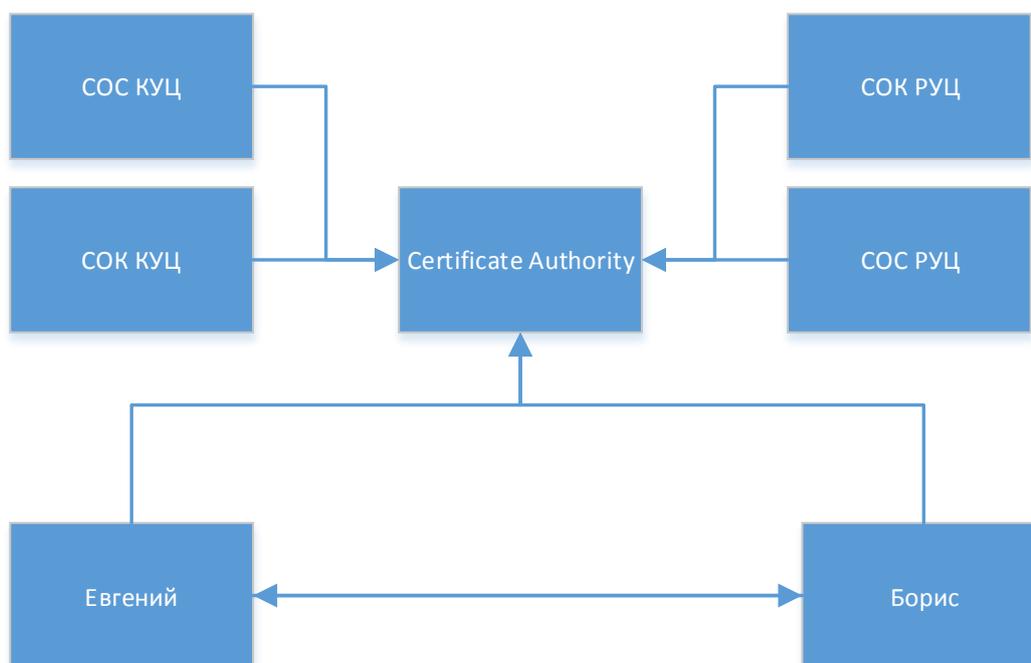


Рисунок 1 – Схематичное представление концепции работы доверенности сертификатов

Результатом прикрепленной подписи будет CMS (Cryptography Message Syntax) — сообщение, содержащее как подписываемые данные, так и саму подпись на рисунке 2. Открепленная подпись содержит только саму подпись.

Синтаксис криптографических сообщений (CMS) используется для цифровой подписи, расшифрования или шифровать произвольное содержимое сообщения. В этой сопутствующей спецификации описывается использование общих криптографические алгоритмы с CMS. Реализации CMS может поддерживать эти алгоритмы.

Значения CMS генерируются с использованием ASN.1 [X.208-88], с использованием BER-кодирования [X.209-88]. Идентификаторы алгоритмов (включая ASN.1 идентификаторы объектов) идентифицируют криптографические алгоритмы, а некоторые алгоритмы требуют дополнительных параметров. При необходимости параметры указаны со структурой ASN.1. Идентификатор алгоритма указывается для каждого алгоритма и, при необходимости, структура параметров.

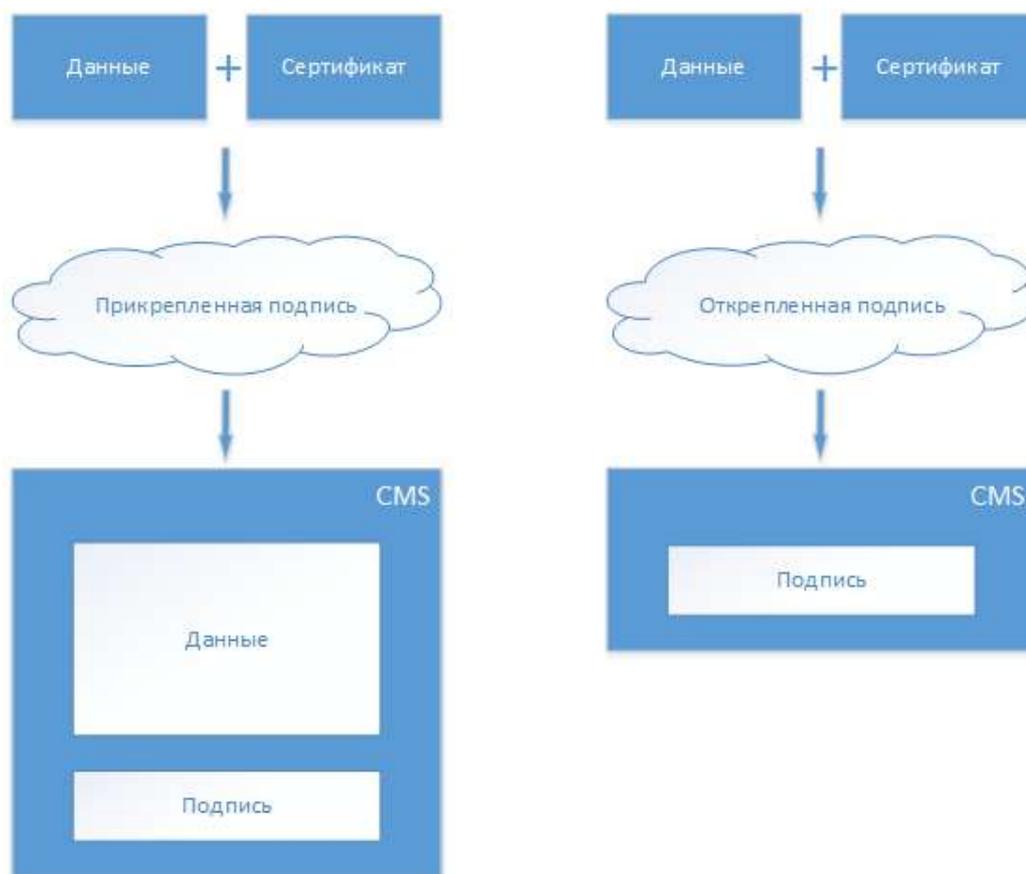


Рисунок 2 – Схематическое представление содержания CMS

Процесс подписания данных включает в себя следующие шаги:

1. Для каждой подписывающей стороны вычисляется дайджест сообщения с дайджестом сообщения для подписавшего. (Если два подписывающих лица используют один и тот же дайджест сообщения, то дайджест сообщения необходимо вычислить только один из них). Если подписывающий удостоверяет подлинность любой информации, кроме содержания, дайджест сообщения содержимого и другая информация обработанного алгоритмом дайджеста сообщения подписывающей стороны.

2. Для каждой подписывающей стороны дайджест сообщения и связанная с ним информация шифруется закрытым ключом подписавшего.

3. Для каждой подписывающей стороны дайджест зашифрованного сообщения и другая информация, относящаяся к подписанту, собирается в Значение SignerInfo. Сертификаты и списки отзыва сертификатов для каждой подписывающей стороны.

4. Алгоритм дайджеста сообщений собирает значения SignerInfo для всех подписантов вместе с содержимым в значение SignedData.

Заключение. Крупные компании занимаются разработкой API для увеличения возможностей как разработчиков относительно кода, так и пользователей, которые имеют возможность активного использования широкой функциональности большинства приложений.

Криптопровайдер AvCSP позволяет использовать вышеуказанные криптографические алгоритмы через программный интерфейс Microsoft CryptoAPI версий 1.0 и 2.0.

Такой подход имеет следующие достоинства:

1. Разработчики программных средств могут использовать криптографические функции, встроенные в операционные системы Microsoft Windows, используя для этого высокоуровневые (CryptoAPI 2.0) или низкоуровневые (CryptoAPI 1.0) функции или CAPICOM-интерфейс.

2. Становится возможным использование перечисленных криптоалгоритмов в уже разработанных или разрабатываемых независимо от криптопровайдера AvCSP продуктах, использующих Microsoft CryptoAPI.

3. Автоматически (за счёт использования CryptoAPI 2.0) обеспечивается поддержка международных форматов представления криптографических данных (сообщений, ключевой информации и т.д.). В частности, используемые форматы удовлетворяют рекомендациям X.509 и стандартам семейства PKCS (PKCS#7, PKCS#8, PKCS#10, PKCS#12).

Проведённый анализ возможностей, набора механизмов и процедур защиты активов информационных систем криптопровайдером показывает сильные стороны как для разработки новых продуктов с доступом к подписанию по средствам CryptoAPI, так и широкие возможности для использования юридических лиц и компаний.

Соответствие всех вышеуказанных алгоритмов библиотеки AvC требованиям ТНПА Республики Беларусь подтверждено сертификатами и экспертными заключениями Оперативно-аналитического центра при Президенте Республики Беларусь.

Список литературы

1. *Datatracker RFC2315 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. Режим доступа: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc2315>.*
2. *Datatracker RFC3370 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. Режим доступа: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc3370>.*
3. *NCEU [Электронный ресурс]. – Электронные данные. Режим доступа: <https://nces.by/pki/info/software>.*
4. *AvestCSP [Электронный ресурс]. – Электронные данные. Режим доступа: <http://ca.ncmps.by/userfiles/file/AvCSP.pdf>.*

UDC 355.405.2

ANALYSIS OF THE STRUCTURE OF THE DIGITAL SIGNATURE OF THE PKCS#7 FORMAT

Makar A. A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Rolich O.Ch. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The article is devoted to the digital signature in PKCS#7 format. It analyzes the capabilities of the only crypto provider Avest CSP in the Republic of Belarus. The possibilities of using CryptoAPI are analyzed.

Keywords. cryptoprovider, AVEST, AvCSP, Microsoft CryptoAPI, PKCS#7

УДК 656.96

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОСТРОЕНИЯ МАРШРУТОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В ЛОГИСТИКЕ

Макар А. А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. техн. наук Ролич О. Ч.

Аннотация. Статья посвящена актуальности использования сторонних API для корректного построения маршрутов с целью оптимизации грузоперевозок на дальние расстояния. В ней проанализированы технологии построения маршрутов транспортных средств, выявлены преимущества использования современных технологий. Улучшение качества построения маршрутов на дальние расстояния предлагается проводить на базе GoogleMapsAPI, что обосновано экспериментально и показало целесообразность использования алгоритмов работы API для формирования корректного маршрута транспортного средства.

Ключевые слова: логистика, грузоперевозки, транспортное средство, GoogleMapsAPI

Введение. Актуальность темы связана с ежедневным ростом в современном обществе объёмов грузоперевозок вследствие неуклонного увеличения людских потребностей. Сегодня любой человек имеет возможность оперативно заказать транспортное средство от такси до грузового автомобиля и перевезти груз от небольшого веса до огромных по размеру единиц товара практически в любую точку планеты. Это означает, что оперативные перевозки транспортными средствами являются актуальными.

Ещё относительно недавно заказчикам требовалось ожидать поставки от суток до месяцев. В современных условиях, в связи с высокой ценностью времени для максимально быстрой доставки груза с минимальными издержками и затратами на транспортное средство или амортизацию аналитические логистические задачи необходимо решать в масштабе реального времени.

Целью данной работы является демонстрация успешной и корректной работы оптимального построения маршрутов для транспортного средства при помощи GoogleMapsAPI.

Основная часть. На протяжении последних нескольких лет Google разрабатывает облачную платформу GoogleCloudPlatform (GCP). Она представляет собой набор из более 300 API, облачных технологий и вычислений для работы в разных сферах, функционирующих на той же инфраструктуре, которую Google использует внутри своих продуктов, таких как GoogleSearch, Drive, Gmail, Calendar, YouTube и др.

Концепция работы с GoogleCloudPlatform схематично изображена на рисунке 1. В ней для полноценной работы необходимо иметь коммерческий либо частный аккаунт. После этого требуется создать тест-пользователя, благодаря которому программист получает возможность взаимодействовать с GoogleMaps. Чтобы программист работал со сторонними API, например для построения маршрута, необходимо создать token на основе API-ключа.

Работа с картами, построение маршрутов и др. состоит из многих составляющих одной большой системы в GoogleCloudPlatform:

1. Расчёт маршрутов между несколькими точками (Directions API).
2. Время в пути и расстояния между несколькими точками (DistanceMatrix API).
3. Данные о высоте для любой точке мира (Elevation API).
4. Преобразование адресов в географические координаты и наоборот (Geocoding API).
5. Геоданные с вышек сотовой связи и узлов Wi-Fi (Geolocation API).
6. Актуальная информация о миллионах мест (Places API).
7. Функция привязки к дорогам отслеживания пути по GPS (Roads API).
8. Информация о часовом поясе для любой точки мира (Time Zone API).

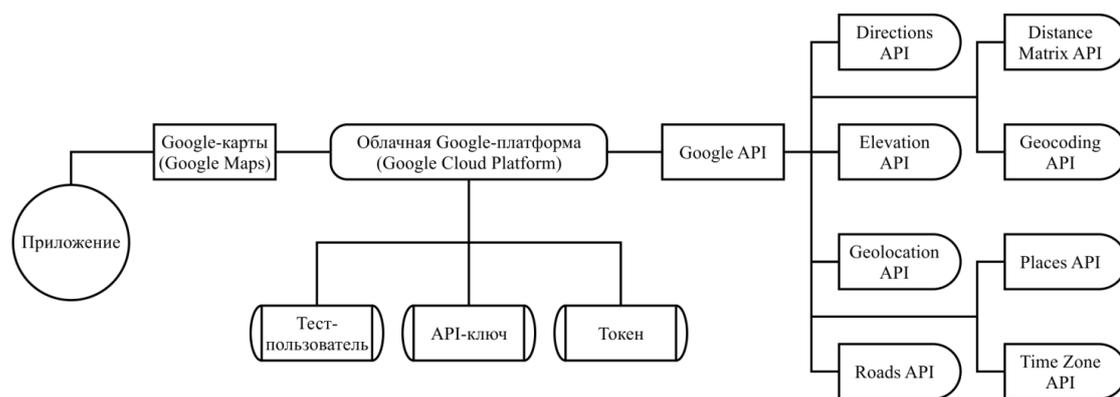


Рисунок 1 – Схематичное представление концепции работы GoogleCloudPlatform

Для полной функциональности карт необходимо, чтобы каждая составляющая работала корректно.

Directions API – это web-служба, которая использует HTTP-запрос для возврата маршрутов между местоположениями в форме JSON или XML. Данная часть API для карт позволяет получить маршруты нескольких видов транспорта, таких как общественный транспорт, автомобильный, пеший или велосипедный.

С целью расчёта в реальном времени направления движения и реакции на вводимые пользователем данные (например, в элементе пользовательского интерфейса) Directions API рекомендуется использовать для транспортировки груза и минимизации ожидания от сервера до отправки запроса и получения ответа в GoogleCloudPlatform.

При использовании Directions API программист без особой сложности имеет возможность вычислить маршрут для транспортного средства на многих языках программирования: Java, Python, Go, Node.js с минимальными затратами и издержками как для непосредственно транспортного средства, так и для клиента, но с учётом того, что транспортное средство будет передвигаться по актуальному маршруту.

Особенностью API является работа с любым типом карт: Yahoo, Yandex, Google и др., присутствует возможность взаимодействия с GoogleMaps и инициирование действий (смены шаблона карты, выбор типа карты, смены рельефа карты, поиска, составления маршрутов, расчёта расстояния и т.д.) с помощью единой кроссплатформенной схемы URL.

Средствами языка программирования C# и Google API проведён эксперимент по построению кратчайшего пути с минимальными затратами на топливо. Эксперимент показывает возможности построения маршрута транспортного средства с грузом на длинные расстояния и учётом необходимых точек для остановки. Результирующий маршрут изображён на рисунке 2.

Заключение. Крупные компании занимаются разработкой API для увеличения возможностей как разработчиков относительно кода, так и пользователей, которые имеют возможность активного использования широкой функциональности большинства приложений.

Благодаря возможностям GoogleAPI при работе с грузоперевозками является незаменимым часть логистики, построения маршрутов, изменения шаблонов карт, отслеживания транспортных средств и расчёт расстояния с учётом потраченного топлива. Средствами приложения водитель транспортного средства строит маршрут и добирается до конечного пункта без особых затрат энергии, единственно верным путём, что позволяет задуматься об актуальности использования API и отстранения от графов и неавтоматизированных расчётов весов на каждой ветке.

Основными преимуществами Google API являются:

1. Быстрота отправки запроса и получения ответа.
2. Скорость обработки данных в GoogleCloudPlatform.
3. Построение маршрутов для разных видов транспортных средств.

4. Выбор вида карт для работы с алгоритмами.
5. Оптимизация карт, выбор маркеров, смена типа.

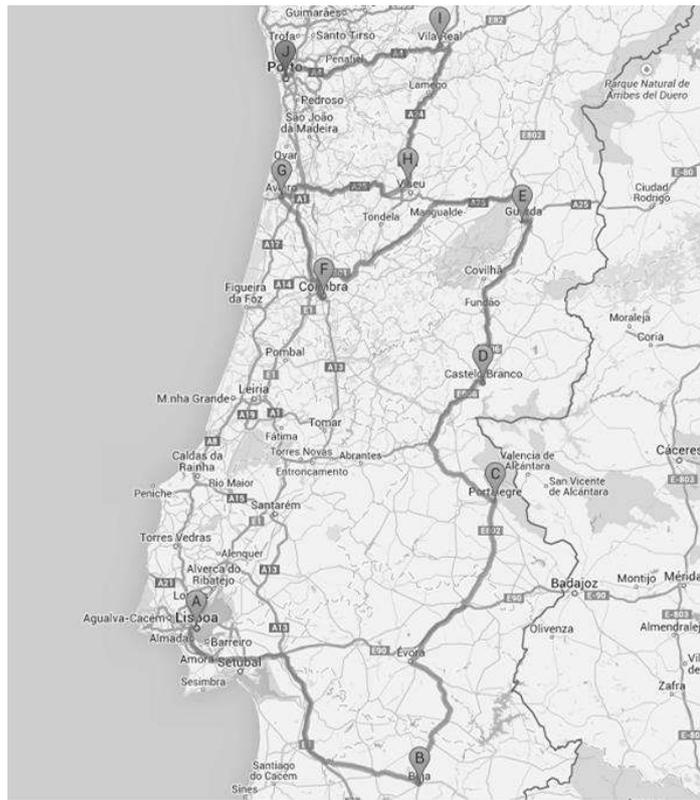


Рисунок 2 – Кратчайший маршрут для транспортного средства

Проведённый эксперимент по работе разработанного приложения показывает корректность данных и шаблонов карты для транспортного средства, оптимальность маршрута. Эксперимент сопровождался программным обеспечением и GoogleCloudPlatform.

Список литературы

1. GoogleAPI [Электронный ресурс]. – Электронные данные. Режим доступа: <https://developers.google.com/maps/documentation>.
2. Логистика: интегрированная цепь поставок / Доналд Дж. Бауэрсокс, Дэвид Дж. Клосс. – Москва: Олимп-Бизнес, 2017. – 635 с.
3. Никитина, Э.И. Международная логистика: учебное пособие / Э. И. Никитина. – Минск: МИТСО, 2018. – 331 с.
4. GoogleDirectionsAPI [Электронный ресурс]. – Электронные данные. Режим доступа: <https://developers.google.com/maps/documentation/directions/overview>.

UDC 656.96

APPLICATION OF MODERN TECHNOLOGIES FOR BUILDING TRANSPORT ROUTES IN LOGISTICS

Makar A. A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Rolich O.Ch. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The article is devoted to the relevance of using third-party APIs for the correct construction of routes for long-distance cargo transportation. An experiment was conducted that showed the feasibility of using API algorithms to form the correct route for the vehicle. To improve the quality of building long-distance routes, it is proposed to use the Google Maps API. The technology of the algorithm for constructing routes for vehicles is considered, as well as the advantages of building using modern technologies.

Keywords. cargo transportation, vehicle, working with the Google API

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МОЩНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ И ИХ ЭЛЕКТРОТЕПЛОВАЯ МОДЕЛЬ

Сыс А.Д.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Алексеев В.Ф. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Рассмотрены структуры и конструктивно-технологические особенности полупроводниковых полевых транзисторов MOSFET и их электротепловая модель. Предложены оптимальные варианты конструктивно-технологического исполнения MOSFET и способы монтажа кристаллов в корпус, обеспечивающие стабильность и воспроизводимость параметров изделий.

Ключевые слова: Мощный транзистор, структура мощного транзистора, МОП, VМОП, MOSFET, электротепловая модель

Введение. Среди многообразных направлений современной полупроводниковой электроники важное место занимает разработка и производство кремниевых мощных транзисторов. Область применения таких транзисторов весьма широка. Они используются в каскадах усилителей мощности систем радиосвязи и телерадиовещания, в базовых станциях сотовой связи, в радиоэлектронных средствах различного назначения и других электронных системах.

Наиболее характерными чертами современной полупроводниковой электроники являются рост сложности приборов и уменьшение геометрических размеров отдельных элементов полупроводниковых структур.

Основная часть. В основу исследований легли результаты известных исследований российских и белорусских ученых Р.Д. Тихонова, В.Л. Ланина, А.Ф. Керенцева и других в области проектирования и анализа дефектов мощных транзисторов и интегральных схем [1–6].

Мощные металл оксидные полупроводниковые полевые транзисторы (MOSFET) на сегодняшний день является самым распространенным полупроводниковым устройством. Отличие MOSFET от биполярных транзисторов в наносекундной скорости переключения, высоких рабочих напряжениях, больших токах и мощности, линейных характеристиках и высоких рабочих температурах.

Планарная конструкция, получаемая методами фотолитографии, обусловила большие размеры приборов для обеспечения тока, необходимого в силовых устройствах. Одновременно это вызывало непропорциональное увеличение паразитных емкостей, что уменьшало произведение коэффициента усиления на ширину полосы MOSFET полевого транзистора и, следовательно, его быстродействие. Несмотря на большие размеры, эти приборы имели значительное сопротивление канала и чрезмерные потери, которые еще усугублялись плохим отводом тепла. Высокое сопротивление канала приводило к снижению как крутизны, так и коэффициента усиления. Недостатком этих приборов была высокая стоимость, обусловленная незначительным выходом годных кристаллов и очень большими трудностями, связанными с монтажом кристаллов и низкой надежностью этих кристаллов.

Рассматривая этот перечень проблем, можно сделать вывод, что при всех возможных усовершенствованиях и модификациях планарный MOSFET полевой транзистор, изготавливаемый методами фотолитографии, принципиально не мог стать жизнеспособным мощным транзистором. Именно поэтому на смену ему пришел вертикальный MOSFET, полевой транзистор с коротким каналом. Технологически, не требующими применения масок с жесткими допусками, являются двойная диффузия (планарный ДМОП полевой транзистор), а

также технология V-образных МОП-структур (вертикальный VМОП полевой транзистор). На рисунке 1 показана структура мощного транзистора с паразитными элементами.

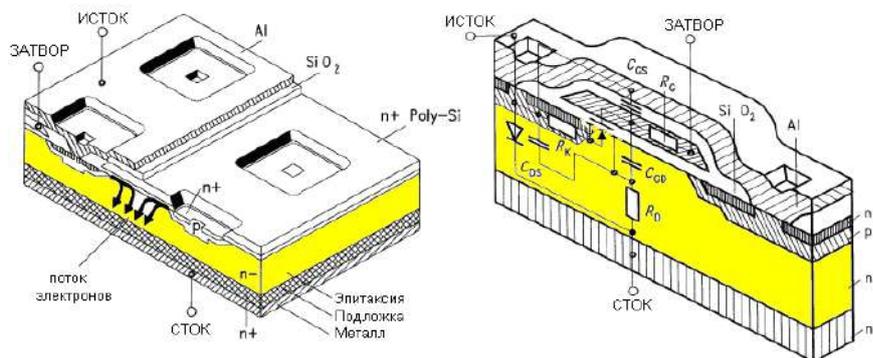


Рисунок 1 – Структура мощного ДМОП транзистора с паразитными элементами

Для силового транзистора тепловой путь от активной части кристалла (исток) к нижней части (сток) и далее через соединительный слой (припой или эвтектика) к теплоотводу корпуса показан на рисунке 2.

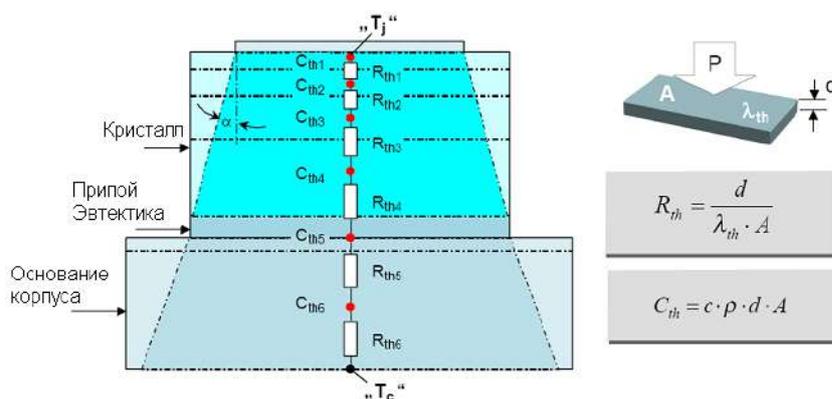


Рисунок 2 – Условное изображение рассеивание теплового потока в мощном транзисторе

Каждая составляющая структуры кристалла, металлизации, припоя и теплоотвода имеют разную теплопроводность и теплоемкость и на эквивалентной электрической схеме можно представить в виде линии передач, представленной на рисунке 3.

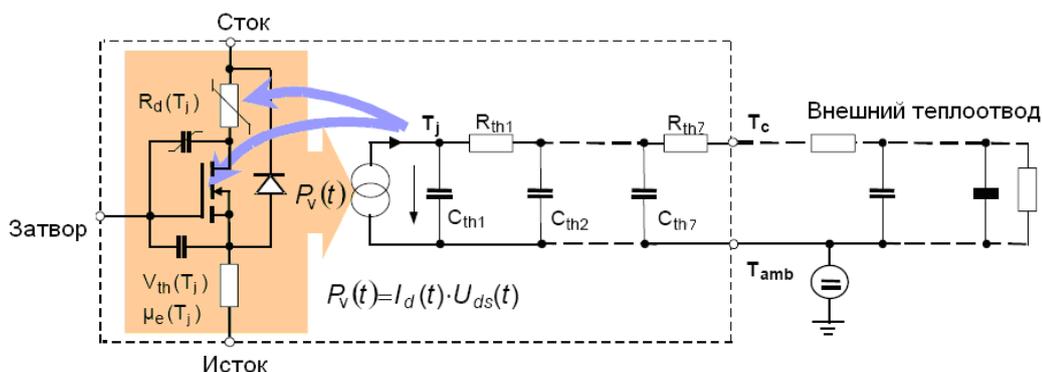


Рисунок 3 – Принципиальная схема модели мощного транзистора с интерактивной связью электрических и тепловых компонентов

В термическом эквиваленте источник электроэнергии $P_v(t)$ рассеивает тепловой поток от истока в кристалле до теплоотвода. При этом случае R_{th_n} и C_{th_n} представляют собой тепловое сопротивление и теплоемкость элементарного n -слоя соответственно. Тепловое сопротивление структурной цепи на рисунке 3 определяется суммой компонентов: R_1 – кристалл, R_2 – граница кристалл-припой, R_3 – припой, R_4 – граница припой-теплоотвод, R_5 – теплоотвод, R_6 и R_7 – части сопротивления корпуса и внешней среды [7].

Выбор способа монтажа кристалла в корпус прибора зависит от конструктивных особенностей кристалла, электрических и тепловых характеристик его и корпуса. Он должен обеспечивать высокую прочность соединения при термоциклировании и механических нагрузках, низкое электрическое и тепловое сопротивление, минимальные механические воздействия на кристалл и отсутствие загрязнений.

Заключение. Для обеспечения заданных параметров MOSFET необходимо провести правильный выбор типа корпуса в зависимости от рассеиваемой мощности и назначения прибора; способ монтажа кристалла для достижения эффективного отвода тепла и минимальных внутренних напряжений в активной структуре.

Список литературы

1. Тихонов, Р. Д. Конструктивно-технологические особенности мощных приборов для интеллектуальных силовых интегральных схем / Р. Д. Тихонов. – М. : Изв. вузов. Электроника, 2004. – №6. – С. 10-17.
2. Алексеев, В. Ф. Математическое моделирование как средство оптимизации параметров силовых интегральных микросхем / В. Ф. Алексеев, А. Д. Сыс, Г. А. Пискун // *Interdisciplinary research: scientific horizons and perspectives : II International Scientific and Theoretical Conference, Vilnius, October 1, 2021 / European Scientific Platform.* – Vilnius, 2021. – P. 109–113. – DOI : <https://doi.org/10.36074/scientia-01.10.2021>.
3. Алексеев, В. Ф. Обзор методов компьютерного проектирования силовых интегральных микросхем в условиях воздействия электростатического разряда / В. Ф. Алексеев, Г. А. Пискун, А. Д. Сыс // *Interdisciplinary research: scientific horizons and perspectives : II International Scientific and Theoretical Conference, Vilnius, October 1, 2021 / European Scientific Platform.* – Vilnius, 2021. – P. 114–116. – DOI : <https://doi.org/10.36074/scientia-01.10.2021>.
4. Алексеев, В. Ф. Построение алгоритма трехмерного моделирования тепловой нестационарности в системе токоведущих элементов силовых микросхем при воздействии контактного разряда статического электричества / Алексеев В. Ф., Пискун Г. А., Сыс А. Д. // *Современные средства связи : материалы XXVI Международной научно-технической конференции, Минск, 21 октября 2021 г. / Белорусская государственная академия связи.* – Минск, 2021. – С. 44–45.
5. Сыс, А. Д. Тенденции развития технологий корпусирования силовых микросхем / А. Д. Сыс // *Новые информационные технологии в научных исследованиях (NiT-2021) : материалы XXVI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов, Рязань, 15-17 декабря 2021 г. / Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина.* – Рязань, 2021. – С. 147–149.
6. Сыс, А. Д. Тенденция уменьшения шага выводов корпуса микросхем / А. Д. Сыс // *Новые информационные технологии в научных исследованиях (NiT-2021) : материалы XXVI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов, Рязань, 15-17 декабря 2021 г. / Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина.* – Рязань, 2021. – С. 150–152.
7. Бумай, Ю.А. Релаксационный импеданс-спектрометр тепловых процессов / Ю. А. Бумай [и др.] // *Электроника инфо.* – 2010. – № 3. – С. 58–59.

UDC 621.382.3

STRUCTURAL AND TECHNOLOGICAL FEATURES OF POWERFUL TRANSISTORS AND THEIR ELECTRIC THERMAL MODEL

Sys A.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Alexeev V.F. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The structures and design and technological features of MOSFET semiconductor field-effect transistors and their electrothermal model are considered. Optimal options for the structural and technological design of MOSFETs and methods for mounting crystals in a package are proposed, which ensure the stability and reproducibility of product parameters.

Keywords: Power transistor, power transistor structure, MOS, VMOS, MOSFET, electrothermal model

УДК 621.382.3

ДИАГНОСТИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ИЗДЕЛИЙ В МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКОМ КОРПУСЕ

Сыс А.Д.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Алексеев В.Ф. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Рассмотрены проблемы обеспечения качества и надежности при сборке и монтаже изделий электроники. Проанализированы некоторые методы диагностики, основанные на анализе динамики температурного отклика на импульс нагрева. Показано, что изучение механизмов отказов транзисторов должно осуществляться с учетом не только внутренних физико-химических процессов, происходящих в них, но и всех условий окружающей среды, а также факторов внешних воздействий, которые во многих случаях играют доминирующую роль в развитии тех или иных процессов деградации параметров.

Ключевые слова: мощный транзистор, диагностика, скрытые дефекты, механизм отказов, испытания на циклическое воздействие температуры

Введение. Среди многообразных направлений современной полупроводниковой электроники важное место занимает разработка и производство кремниевых мощных транзисторов. Проблема обеспечения качества и надежности при сборке и монтаже изделий электроники нацеливает на использование эффективных методов диагностики скрытых дефектов. Методы должны обеспечивать высокую информативность контроля, достоверность, возможность автоматизации анализа результатов [1–9].

Основная часть. Для мощных транзисторов очень важно выполнить монтаж кристаллов с минимумом дефектов в соединительном слое под кристаллом, так как это позволяет предотвратить тепловой перегрев и существенную деградацию тепловых и механических свойств на стадии эксплуатации. При этом важно знать не только численные значения величин, составляющих тепловую модель мощного транзистора, но и уметь сопоставить их с конкретными частями изготавливаемого изделия. Во многих случаях это поможет выявить причины брака или иных технологических проблем.

В последнее время разработаны новые методы диагностики, основанные на анализе динамики температурного отклика на импульс нагрева. Динамические методы дают возможность получить гораздо больше информации о тепловых характеристиках в виде электротепловой модели, а также позволяют «увидеть» пространственное расположение элементов тепловой модели. В данной работе опробован новый динамический метод – метод релаксационной дифференциальной спектроскопии тепловых процессов, который обладает высокой точностью и позволяет идентифицировать субмикронные интерфейсные границы полупроводник-металл неразрушающим методом.

Следует подчеркнуть, что изучение механизмов отказов транзисторов должно осуществляться с учетом не только внутренних физико-химических процессов, происходящих в них, но и всех условий окружающей среды, а также факторов внешних воздействий, которые во многих случаях играют доминирующую роль в развитии тех или иных процессов деградации параметров. Расширение диапазона применения полупроводниковых приборов обуславливает более жесткие требования по механическим вибрационным и ударным воздействиям, широкому температурному диапазону их работы, радиационной стойкости, работе при повышенной влажности, приводящей к коррозионным отказам и т.д.

Испытания полупроводниковых приборов на циклическое воздействие температуры. Некоторые несовершенства конструкции и нарушения технологии при изготовлении мощных транзисторов могут проявляться при испытаниях, как при повышенных, так и при пониженных температурах. При повышенных температурах ускоряется диффузия примесей и

зарядов на поверхности полупроводника, увеличивается подвижность ионов в оксиде, повышается влаго- и газоотделение частями изделия, ускоряется процесс старения сплавов, лучше выявляются механические напряжения. При пониженных температурах появляется воздействие термических напряжений на спаи и на *p-n*-переходы активной структуры.

Для изделий силовой электроники свойственны следующие особенности [1, 7–9]:

- статические и динамические потери ведут к росту температуры;
- колебания температуры в форме активных и пассивных тепловых циклов вызывают механические напряжения, ограничивающие срок службы изделия.

В то время как временные масштабы коротких тепловых циклов исчисляются секундами, длинные тепловые циклы связаны с более длительными интервалами времени. Хотя эти два эффекта запускают разные механизмы отказа, оба они характеризуются циклическими колебаниями температуры и максимальной достигаемой температурой.

Прогнозировать срок службы конкретной конструкции лучше всего на основании точного профиля нагрузки. Чтобы достоверно рассчитать температуру изделия и амплитуду ее циклических колебаний, по которым можно дать надежный прогноз срока службы изделия, необходимо знать динамику изменения тока нагрузки, условия охлаждения и особенности конкретного полупроводникового силового компонента. Для потребителей мощных транзисторов очень важно иметь изделия с длительным сроком эксплуатации и в тоже время с большой плотностью мощности. Однако, чем выше плотность мощности, тем выше рабочая температура изделия, что приводит к росту механических напряжений в элементах конструкции корпуса, отличающихся коэффициентом термического линейного расширения (ТКЛР). Термические напряжения способствуют ускоренным отказам изделия в экстремальных условиях эксплуатации. Несмотря на определенный прогресс в технологиях силовой электроники, способствующий продлению срока службы компонентов, управление тепловыми режимами за счет оптимального выбора конструктивного исполнения становится все более важным для получения максимальной отдачи от этих современных устройств.

Методом тепловой релаксационной дифференциальной спектроскопии (ТРДС), были исследованы профили растекания теплового потока и структура внутреннего теплового сопротивления экспериментальных мощных ДМОП транзисторов КП7209, КП723, изготовленных при различных температурных режимах и методах посадки кристалла. Для оценки надежности транзисторов проводились испытания на длительное воздействие термоударом в интервале температур от минус 196 до +200°C с контролем тепловых параметров через каждые 100 термоударов.

Релаксационный метод основан на анализе переходных электрических процессов, связанных с разогревом полупроводникового прибора проходящим через него током. Из временной зависимости температуры перехода при нагреве прямым током находятся дискретный и дифференциальный спектры теплового сопротивления R_{th} прибора, значения тепловой емкости C_{th} и постоянной времени тепловой релаксации τ . Дифференциальный спектр определяется на основе производных высшего порядка динамического теплового импеданса и соответствует модели Фостера, а дискретный – модели Кауера [9]. Два вида спектров (непрерывной и дискретный) теплового сопротивления используются для анализа и уточнения компонентов теплового сопротивления в рамках электротепловой модели Фостера и более физически точной модели Кауера. Временные зависимости изменения напряжения на *p-n*-переходе, которые дают возможность анализа путей прохождения теплового потока по элементам структуры, измеряются при помощи импеданс-спектрометра тепловых процессов, разработанного в БНТУ.

Рассмотрено исследование деградации внутреннего теплового сопротивления транзисторов на примере мощных транзисторов КП7209, КП723 и их импортных аналогов, для вариантов исполнения в различных корпусах при термошоковом воздействии. Выполнен сравнительный анализ результатов изменения сопротивления R_{jc} усредненного для различных групп образцов. На рисунке 1 представлены зависимости теплового сопротивления, при

термошоковом воздействии для мощных экспериментальных ДМОП транзисторов типа КП7209 и КП723, в разном конструктивном исполнении.

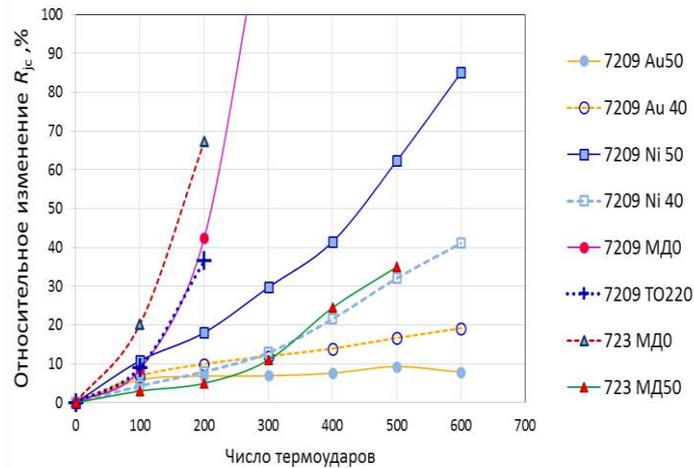


Рисунок 1 – Относительные изменения теплового сопротивления транзисторов КП7209 и КП723 при термошоковом воздействии

Видно, что в транзисторах без термокомпенсатора (МД0) существенная, 10% и более, деградация теплового сопротивления наблюдается уже после воздействия 100 термоударов. Наименьший уровень изменения теплового сопротивления наблюдается в транзисторах КП7209 с посадкой кристалла на AuSi эвтектику, на рисунке 1 обозначены как Au50, Au40

Для транзисторов КП7209 выявлена зависимость между уровнем внутреннего теплового сопротивления образцов и типом термокомпенсатора. Так транзисторы с термокомпенсатором MD40 Ni40 и Au40 представленные на рисунке 2 имеют значительно больший уровень исходного R_{jc} , чем с термокомпенсатором MD50 (Ni50 и Au50). В тоже время, как видно из рисунка 2, образцы с посадкой кристалла на припой Ni40 в меньшей степени подвержены деградации, чем Ni50.

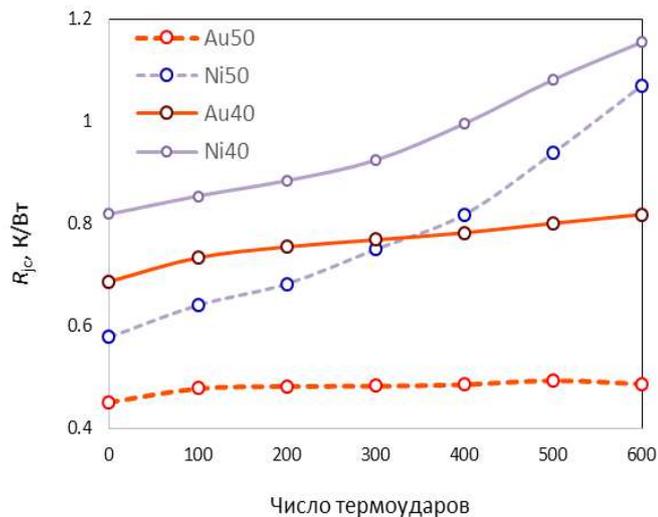


Рисунок 2 – Абсолютные изменения теплового сопротивления для транзисторов типа КП7209 при термошоковом воздействии

Следует отметить, что в транзисторах КП7128 в корпусе КТ-28 без термокомпенсатора монотонного изменения сопротивления R_{jc} не выявлено вплоть до воздействия 500 термоударов.

Заключение. Комплекс работ по исследованию структуры теплового сопротивления интерфейсных границ под кристаллами мощных ДМОП транзисторов КП7209, КП723 до и после циклического высокоинтенсивного воздействия температуры внешней среды от минус 196 °С до +200 °С. Анализ структуры теплового сопротивления исследуемых образцов выполнен неразрушающим методом релаксационной спектроскопии с временным разрешением 1 мкс на основе переходных электрических процессов. Установлено, что в многослойных структурах наблюдается несовершенство интерфейсных слоев под кристаллом.

Список литературы

1. Анализ дефектов слоя посадки кристаллов в мощных МОП транзисторах из разностных тепловых спектров при термошоковом воздействии / Ю. А. Бумай [и др.] // *Приборостроение - 2017 : материалы 10-й Международной научно-технической конференции, 1-3 ноября 2017 года, Минск, Республика Беларусь / Белорусский национальный технический университет ; редкол.: О. К. Гусев [и др.]*. - Минск : БНТУ, 2017. - С. 305-307.
2. Алексеев, В. Ф. Математическое моделирование как средство оптимизации параметров силовых интегральных микросхем / В. Ф. Алексеев, А. Д. Сыс, Г. А. Пискун // *Interdisciplinary research: scientific horizons and perspectives : II International Scientific and Theoretical Conference, Vilnius, October 1, 2021 / European Scientific Platform*. - Vilnius, 2021. - P. 109-113. - DOI : <https://doi.org/10.36074/scientia-01.10.2021>.
3. Алексеев, В. Ф. Обзор методов компьютерного проектирования силовых интегральных микросхем в условиях воздействия электростатического разряда / В. Ф. Алексеев, Г. А. Пискун, А. Д. Сыс // *Interdisciplinary research: scientific horizons and perspectives : II International Scientific and Theoretical Conference, Vilnius, October 1, 2021 / European Scientific Platform*. - Vilnius, 2021. - P. 114-116. - DOI : <https://doi.org/10.36074/scientia-01.10.2021>.
4. Алексеев, В. Ф. Построение алгоритма трехмерного моделирования тепловой нестационарности в системе токоведущих элементов силовых микросхем при воздействии контактного разряда статического электричества / Алексеев В. Ф., Пискун Г. А., Сыс А. Д. // *Современные средства связи : материалы XXVI Международной научно-технической конференции, Минск, 21 октября 2021 г. / Белорусская государственная академия связи*. - Минск, 2021. - С. 44-45.
5. Сыс, А. Д. Тенденции развития технологий корпусирования силовых микросхем / А. Д. Сыс // *Новые информационные технологии в научных исследованиях (NiT-2021) : материалы XXVI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов, Рязань, 15-17 декабря 2021 г. / Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина*. - Рязань, 2021. - С. 147-149.
6. Сыс, А. Д. Тенденция уменьшения шага выводов корпуса микросхем / А. Д. Сыс // *Новые информационные технологии в научных исследованиях (NiT-2021) : материалы XXVI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов, Рязань, 15-17 декабря 2021 г. / Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина*. - Рязань, 2021. - С. 150-152.
7. Корреляционный анализ методов неразрушающего контроля / С. С. Волкентейн [и др.] // *Приборостроение-2015 : материалы 8-й международной научно-технической конференции, Минск, 25-27 ноября 2015 г. : в 2 т. / Белорусский национальный технический университет ; редкол.: О. К. Гусев [и др.]*. - Минск, 2015. - Т. 1. - С. 188-190.
8. Методика на основе метода электротепловой спектроскопии для исследования профилей растекания теплового потока в оптоэлектронных и силовых полупроводниковых приборах / Ю. А. Бумай [и др.] // *Приборостроение-2016 : материалы 9-й международной научно-технической конференции, Минск, 23-25 ноября 2016 г. / Белорусский национальный технический университет ; редкол.: О. К. Гусев [и др.]*. - Минск, 2016. - С. 155-157.
9. Нисс, В. С. и др. Оценка тепловых параметров мощных биполярных транзисторов методом тепловой релаксационной дифференциальной спектроскопии = Estimation of thermal parameters of power bipolar transistors by the method of thermal relaxation differential spectrometry / В. С. Нисс, О. С. Васьков, А. С. Турцевич, А. Ф. Керенцев, В. К. Кононенко // *Приборы и методы измерений : научно-технический журнал*. - 2015. - Т. 6, № 2. - С. 249-256.

UDC 621.382.3

DIAGNOSTICS OF SEMICONDUCTOR PRODUCTS IN CERAMIC BODY

Sys A.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Alexeev V.F. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The problems of quality assurance and reliability in the assembly and installation of electronic products are considered. Some diagnostic methods based on the analysis of the dynamics of the temperature response to a heating pulse are analyzed. It is shown that the study of the failure mechanisms of transistors should be carried out taking into account not only the internal physicochemical processes occurring in them, but also all environmental conditions, as well as external factors that in many cases play a dominant role in the development of certain degradation processes. parameters.

Keywords: power transistor, diagnostics, hidden defects, failure mechanism, temperature cycling tests

УДК 621.396.6

МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Румянцев Н.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Алексеев В.Ф. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Отмечено, что эффективное управление температурой электронных устройств имеет важное значение, поскольку перегрев вреден для эффективности и надежности электронных компонентов. Рассмотрены различные подходы к оценке теплового режима ЭС.

Ключевые слова: управление температурным режимом, электронные устройства.

Введение. Эффективное управление температурой электронных устройств имеет важное значение, поскольку перегрев вреден для эффективности и надежности электронных компонентов. В настоящее время управление тепловым режимом электроники привлекает все большее внимание. Использование скрытого тепла становится привлекательным средством для прерывистого отвода тепла [1–12]. В последние годы рабочие характеристики электронных устройств продолжали расти, что сопровождалось повышением уровня интеграции компонентов. Плохое рассеивание тепла приводит к постоянному накоплению тепла и повышенным температурам, что отрицательно сказывается на эффективности и надежности электронных устройств. Таким образом, эффективный метод управления температурным режимом жизненно важен для электроники [13].

Основная часть. В [1] рассмотрены и предложены методы по оптимизации силовых интегральных микросхем, затрагивающие экономическую сферу проектирования, поскольку их оптимизация напрямую зависит от конкурентоспособности проектируемого устройства. Описан состав математического обеспечения, в состав которого входят модели прогнозирования объема спроса, себестоимости объекта проектирования и модели расчета его себестоимости.

В [2] отмечено, что несмотря на множество теоретических и практических работ, направленных на исследования воздействия ЭСР на электронные средства, и повышения их надежности, актуальным остается рассмотрение вопроса моделирования тепловой нестационарности в системе токоведущих элементов силовых микросхем при воздействии контактного разряда статического электричества.

В [3] показана необходимость оценки теплового режима электронной системы на ранних стадиях проектирования. Для этих целей рекомендуется выполнить моделирование тепловых процессов, протекающих в ЭС. Показано, что наиболее часто тепловое моделирование выполняется методами изотермических поверхностей, однородного анизотропного тела и экспериментальными методами. Рассмотрено моделирование тепловых процессов модели устройства в среде ANSYS.

Авторы [5] рассматривают необходимость численного моделирования тепловых процессов, протекающих в микроэлектронных структурах. Отмечается, что трудности расчета температурных полей в микроэлектронных структурах увеличиваются вследствие непрерывного увеличения плотности упаковки, числа топологических слоев, уменьшения размеров элементов. Предлагается в качестве метода моделирования выбрать метод конечных элементов, как эффективный способ численного решения краевых задач теплообмена.

Важное место в процессе проектирования РЭС устойчивых к тепловому воздействию занимает методология обучения проектированию электронных систем [6].

В [7–13] авторы рассматривают подходы к оценке тепловых режимов электронных систем.

Заключение. Изложенное позволяет сделать вывод о том, что наличие различных подходов к оценке тепловых режимов позволяет выбрать в процессе проектирования наиболее оптимальный.

Список литературы

1. Алексеев, В. Ф. Математическое моделирование как средство оптимизации параметров силовых интегральных микросхем / В. Ф. Алексеев, А. Д. Сыс, Г. А. Пискун // *Interdisciplinary research: scientific horizons and perspectives : II International Scientific and Theoretical Conference, Vilnius, October 1, 2021 / European Scientific Platform*. – Vilnius, 2021. – P. 109–113. – DOI : <https://doi.org/10.36074/scientia-01.10.2021>.
2. Алексеев, В. Ф. Построение алгоритма трехмерного моделирования тепловой нестационарности в системе токоведущих элементов силовых микросхем при воздействии контактного разряда статического электричества / Алексеев В. Ф., Пискун Г. А., Сыс А. Д. // *Современные средства связи : материалы XXVI Международной научно-технической конференции, Минск, 21 октября 2021 г. / Белорусская государственная академия связи*. – Минск, 2021. – С. 44–45.
3. Алексеев, В. Ф. Моделирование тепловых полей электронных систем в среде ANSYS / В. Ф. Алексеев, Д. В. Лихачевский, Г. А. Пискун // *BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня: сб. материалов VI Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 20-21 мая 2020 года: в 3 ч. Ч. 3 / редкол.: В. А. Бозуш [и др.]*. – Минск : Бестпринт, 2020. – С. 282–286.
4. Алексеев, В. Ф. Методика численного моделирования тепловых процессов в микроэлектронных структурах / В. Ф. Алексеев, Д. В. Лихачевский, Г. А. Пискун // *BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня: сб. материалов VI Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 20-21 мая 2020 года: в 3 ч. Ч. 3 / редкол.: В. А. Бозуш [и др.]*. – Минск : Бестпринт, 2020. – С. 34–37.
5. Оптимизация теплового режима прямо-передающего устройства по результатам моделирования тепловых процессов в среде SolidWorks Flow Simulation / Пискун Г. А., Алексеев В. Ф., Романовский П. С., Стануль А. А. // *Znanstvena misel journal*. – 2019. – Vol. 1, № 35. – P. 47–60.
6. Алексеев, В. Ф. Методология обучения проектированию электронных систем / В. Ф. Алексеев, Д. В. Лихачевский, Г. А. Пискун // *Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века : материалы XI Международной научно-методической конференции, Минск, 12-13 декабря 2019 г. / редкол.: В. А. Прытков [и др.]*. – Минск : БГУИР, 2019. – С. 48–49.
7. Алексеев, В. Ф. Программная реализация процесса оценки теплового режима средства медицинской электроники / В. Ф. Алексеев, Д. В. Лихачевский, Г. А. Пискун // *Медэлектроника – 2018. Средства медицинской электроники и новые медицинские технологии : сборник научных статей XI Международная научно-техническая конференция, Минск, 5–6 декабря 2018 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники*. – Минск, 2018. – С. 255–258.
8. Моделирование джоулева нагрева в среде COMSOL Multiphysics / В. Ф. Алексеев и др. // *Доклады БГУИР*. – 2018. – № 7 (117). – С. 90–91.
9. Алексеев, В. Ф. Моделирование тепловых полей электронных систем в среде ANSYS / В. Ф. Алексеев, Д. В. Лихачевский, Г. А. Пискун // *BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня: сб. материалов VI Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 20-21 мая 2020 года: в 3 ч. Ч. 3 / редкол.: В. А. Бозуш [и др.]*. – Минск : Бестпринт, 2020. – С. 282–286.
10. Физические основы проектирования радиоэлектронных средств. Лабораторный практикум. В 2 ч. Ч. 2 : Исследование физических процессов в конструкциях РЭС : пособие / В. Ф. Алексеев, Г. А. Пискун, И. Н. Богатко. – Минск : БГУИР, 2017. – 74 с.
11. Молодечкина, Т.В. Физические основы проектирования радиоэлектронных средств : учеб.-метод. комплекс для студентов специальности 1-39 02 01 «Моделирование и компьютерное проектирование РЭС». В 2 ч. Ч. 1. / Т.В. Молодечкина, В.Ф. Алексеев, М.О. Молодечкин. - Новополоцк : ПГУ, 2013. - 204 с. - Новополоцк : ПГУ, 2013. - 204 с.
12. Молодечкина, Т.В. Физические основы проектирования радиоэлектронных средств : учеб.-метод. комплекс для студентов специальности 1-39 02 01 «Моделирование и компьютерное проектирование РЭС». В 2 ч. Ч. 2. / Т.В. Молодечкина, В.Ф. Алексеев, М.О. Молодечкин. - Новополоцк : ПГУ, 2013. - 204 с. - Новополоцк : ПГУ, 2013. - 224 с.
13. A Thermal Management Strategy for Electronic Devices Based on Moisture Sorption-Desorption Processes / Chenxi Wang, Lingji Hua, Hongzhi Yan, Bangjun Li, Yaodong Tu, Ruzhu Wang // *Joule* – 2020. – Volume 4, Issue 2. – P. 435-447.

UDC 621.396.6

METHODS FOR PROVIDING THE THERMAL MODE OF ELECTRONIC DEVICES

Rumyantsev N.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Alexseev V.F. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. It has been noted that effective temperature management of electronic devices is essential because overheating is detrimental to the efficiency and reliability of electronic components. Various approaches to the assessment of the thermal regime of ES are considered.

Keywords. thermal management, electronic devices.

УДК 621.396.6

ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ ПАССИВНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ В ЭЛЕКТРОНИКЕ

Румянцев Н.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Алексеев В.Ф. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Показана необходимость защиты электронных компонентов от нагрева с помощью различных типов теплоотводов. Рассмотрены различные варианты конструкций радиаторов и показана эффективность их применения. Сделан вывод о том, что управление температурным режимом электроники можно выполнить с помощью пассивного охлаждения.

Ключевые слова: активное и пассивное охлаждение, электронное средство, радиатор, методы охлаждения, электроника.

Введение. Причина того, что электронные компоненты нагреваются, а также причина, по которой нагревается любое электронное устройство, связана с электрическим сопротивлением. Электрическое сопротивление возникает, когда электроны движутся через материал в результате дисбаланса заряда. Движение этих электронов через материал создает трение между движущимися электронами и (обычно) кристаллической структурой материала. Это большое трение приводит к избытку тепла и часто требует дополнительных методов охлаждения. Методы охлаждения электроники можно разделить на две категории: пассивное охлаждение и активное охлаждение.

Пассивное охлаждение использует естественную проводимость, конвекцию и излучение для охлаждения компонента.

Активное охлаждение требует использования энергии, специально предназначенной для охлаждения компонента.

Одним из современных примеров этих двух категорий охлаждения является радиатор. и конструкция распределителя тепла, оба из которых используют фундаментальные принципы теплопередачи [1–13].

Основная часть. При проектировании электронных устройств одной из проблем, которую необходимо обязательно решать проектировщикам, является задача обеспечения нормального теплового режима работы. Из-за подбирающихся элементов, и их замены, не представляется возможность точно предсказать поведение тепловых процессов устройства. Данная проблема может стать причиной нарушения стабильности работы устройства. Часто в процессе проектирования из-за фиксированных габаритов РЭС не представляется возможным установка активного охлаждения. По этой причине рекомендуется использовать пассивные методы охлаждения [5, 10].

Для пассивного отвода тепла от полупроводниковых приборов применяют теплоотводы, действие которых основано на различных способах рассеивания тепловой энергии: теплопроводности, естественной и принудительной конвекции воздуха и жидкости, изменения агрегатного состояния вещества, термоэлектрическом эффекте Пельте [10].

В настоящее время в РЭС применяют различные конструкции теплоотводов: пластинчатые, оперённые, штыревые, петельно-проволочные, типа «краб» и другие, каждая из которых для определенных условий эксплуатации является оптимальной.

Автором были рассмотрены 3 варианта пассивного охлаждения для корпуса 1U с установленной платой на которой находится ПЛИС Xilinx. Объём закрытой зоны нахождения платы с ПЛИС $V=0.002 \text{ м}^3$. Исходные данные для расчета: рассеиваемая мощность 40 Вт, максимальная температура среды $+40 \text{ }^\circ\text{C}$, относительная влажность 90%.

Первый вариант – гибридный алюминиевый радиатор (рисунок 1). Площадь рассеивания $\approx 34200 \text{ мм}^2$. Покрытие – Ан.Окс.черный.

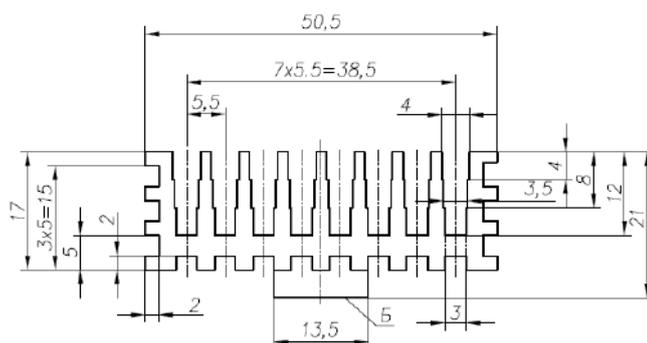


Рисунок 1 – Чертеж конструкции гибридного алюминиевого радиатора

По полученным данным, устройство выходит из строя через 4 часа работы на максимальной нагрузке. Средняя температура зоны радиатора 89°C .

Второй вариант – гибридный медный (рисунки 2 и 3). Площадь рассеивания $\approx 13400 \text{ мм}^2$.

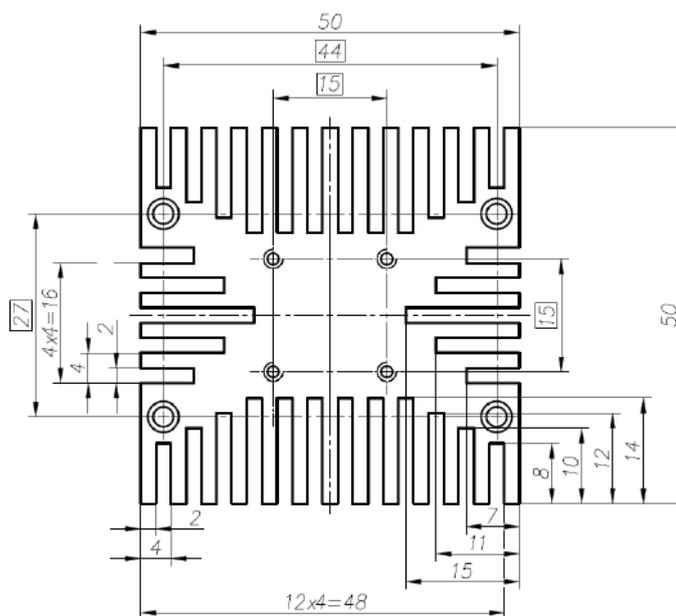


Рисунок 2 – Чертеж конструкции медного радиатора

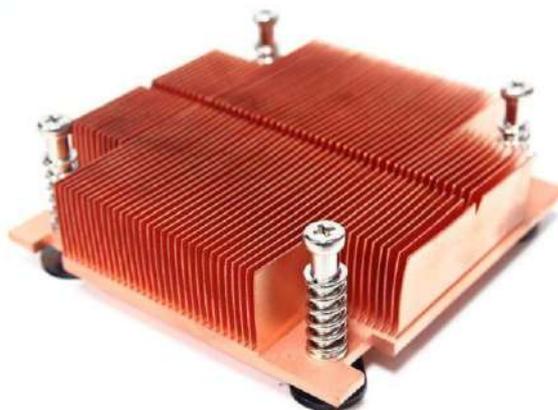


Рисунок 3 – Вид медного радиатора

При использовании радиатора данного типа устройство работало на протяжении 2-х суток при максимальной нагрузке и не выходило из строя. Средняя температура нагретой зоны

радиатора – 72,3 °С. Основным минус такого радиатора – масса. Основная проблема – стоимость в его изготовлении и технология обработки меди.

Третий вариант – медный радиатор с тепловой трубкой (рисунки 4 и 5). Площадь рассеивания $\approx 1000 \text{ мм}^2$.

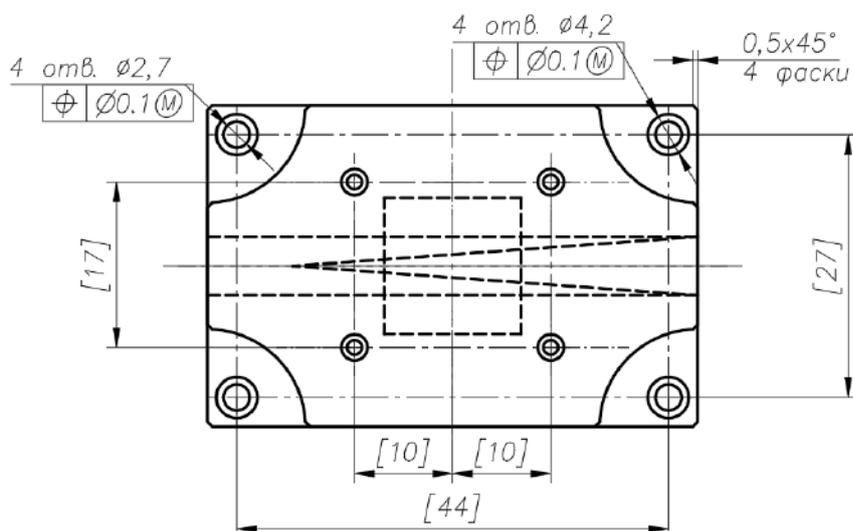


Рисунок 4 – Чертеж конструкции медного радиатора с тепловой трубкой

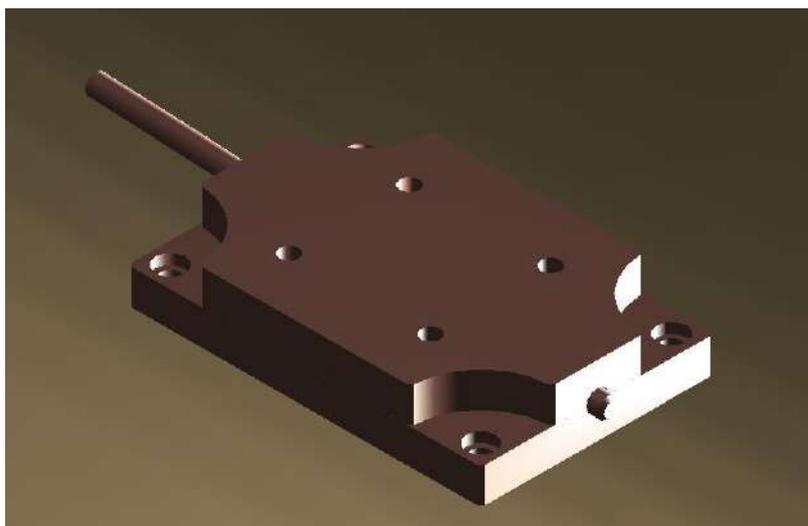


Рисунок 3 – Вид медного радиатора с тепловой трубкой

При его использовании устройство работало на протяжении тех же 2-х суток под максимальной нагрузкой и не выходило из строя.

Последний прием включает использование накопителей тепловой энергии с материалами с фазовым переходом и интеграцию тепловых трубок, которые обычно используются для достижения высокой охлаждающей способности.

Тепловая трубка была подсоединена к задней стенке устройства, что дало возможность охлаждения устройства и кристалла при комнатной температуре.

Основным минус такого радиатора – масса. Но стоимость гораздо ниже, за счёт механической обработки.

Средняя температура нагретой зоны радиатора – 56,1 °С.

Заключение. Пассивное охлаждение обеспечивает высокий уровень естественной конвекции и рассеивания тепла за счет использования теплоотвода или радиатора, чтобы

максимизировать режимы теплопередачи излучением и конвекцией. Это приводит к надлежащему охлаждению электронных компонентов.

Анализ проведенных экспериментов показал, что использование интегрирования тепловой трубки для охлаждения и модернизации устройства, является успешным. Перенос накопителя тепловой энергии за внутренние пределы устройства дал возможность снизить температуру на кристалле на 50%, а также снизить стоимость изготовления.

Список литературы

1. Алексеев, В. Ф. Математическое моделирование как средство оптимизации параметров силовых интегральных микросхем / В. Ф. Алексеев, А. Д. Сыс, Г. А. Пискун // *Interdisciplinary research: scientific horizons and perspectives* : II International Scientific and Theoretical Conference, Vilnius, October 1, 2021 / *European Scientific Platform*. – Vilnius, 2021. – P. 109–113. – DOI : <https://doi.org/10.36074/scientia-01.10.2021>.
2. Алексеев, В. Ф. Построение алгоритма трехмерного моделирования тепловой нестационарности в системе токоведущих элементов силовых микросхем при воздействии контактного разряда статического электричества / Алексеев В. Ф., Пискун Г. А., Сыс А. Д. // *Современные средства связи : материалы XXVI Международной научно-технической конференции*, Минск, 21 октября 2021 г. / *Белорусская государственная академия связи*. – Минск, 2021. – С. 44–45.
3. Алексеев, В. Ф. Моделирование тепловых полей электронных систем в среде ANSYS / В. Ф. Алексеев, Д. В. Лихачевский, Г. А. Пискун // *BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня*: сб. материалов VI Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 20-21 мая 2020 года: в 3 ч. Ч. 3 / редкол.: В. А. Бозуш [и др.]. – Минск : Бестпринт, 2020. – С. 282–286.
4. Алексеев, В. Ф. Методика численного моделирования тепловых процессов в микроэлектронных структурах / В. Ф. Алексеев, Д. В. Лихачевский, Г. А. Пискун // *BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня*: сб. материалов VI Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 20-21 мая 2020 года: в 3 ч. Ч. 3 / редкол.: В. А. Бозуш [и др.]. – Минск : Бестпринт, 2020. – С. 34–37.
5. Оптимизация теплового режима приемно-передающего устройства по результатам моделирования тепловых процессов в среде SolidWorks Flow Simulation / Пискун Г. А., Алексеев В. Ф., Романовский П. С., Стануль А. А. // *Znanstvena misel journal*. – 2019. – Vol. 1, № 35. – P. 47–60.
6. Алексеев, В. Ф. Методология обучения проектированию электронных систем / В. Ф. Алексеев, Д. В. Лихачевский, Г. А. Пискун // *Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века : материалы XI Международной научно-методической конференции*, Минск, 12-13 декабря 2019 г. / редкол.: В. А. Прытков [и др.]. – Минск : БГУИР, 2019. – С. 48–49.
7. Алексеев, В. Ф. Программная реализация процесса оценки теплового режима средства медицинской электроники / В. Ф. Алексеев, Д. В. Лихачевский, Г. А. Пискун // *Медэлектроника – 2018. Средства медицинской электроники и новые медицинские технологии : сборник научных статей XI Международная научно-техническая конференция*, Минск, 5–6 декабря 2018 г. / *Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники*. – Минск, 2018. – С. 255–258.
8. Моделирование джоулева нагрева в среде COMSOL Multiphysics / В. Ф. Алексеев и др. // *Доклады БГУИР*. – 2018. – № 7 (117). – С. 90–91.
9. Алексеев, В. Ф. Моделирование тепловых полей электронных систем в среде ANSYS / В. Ф. Алексеев, Д. В. Лихачевский, Г. А. Пискун // *BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня*: сб. материалов VI Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 20-21 мая 2020 года: в 3 ч. Ч. 3 / редкол.: В. А. Бозуш [и др.]. – Минск : Бестпринт, 2020. – С. 282–286.
10. Физические основы проектирования радиоэлектронных средств. Лабораторный практикум. В 2 ч. Ч. 2 : Исследование физических процессов в конструкциях РЭС : пособие / В. Ф. Алексеев, Г. А. Пискун, И. Н. Богатко. – Минск : БГУИР, 2017. – 74 с.
11. Муратов, А.В. Способы обеспечения тепловых режимов РЭС: учеб. пособие / А.В. Муратов, Н.В. Цицина. – Воронеж : ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2007. – 96 с.
12. Белоус, И.А. Обеспечение тепловых режимов радиоэлектронных устройств / И.А. Белоус. – Владивосток : Владивостокский государственный университет экономики и сервиса Институт информатики, инноваций и бизнес систем, 2014. – 100 с.
13. Scott WA. *Cooling of Electronic Equipment*. New York: John Wiley and Sons. 1974.

UDC 621.396.6

APPROACHES TO THE DEVELOPMENT OF PASSIVE COOLING IN ELECTRONICS

Rumyantsev N.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Alexseev V.F. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The need to protect electronic components from heating with the help of various types of heat sinks is shown. Various variants of radiator designs are considered and the efficiency of their application is shown. It is concluded that the temperature control of electronics can be performed using passive cooling.

Keywords. active and passive cooling, electronic means, radiator, cooling methods, electronics.

СЕКЦИЯ 2
«ЭЛЕКТРОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ»

ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ СПИНТРОНИКА

Артемяев В.В., Дах А.О.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Бычек И.В. – канд. техн. наук, доцент кафедры ЭТТ

Аннотация. Проанализирована технология спинтронных устройств. Выделены преимущества спинтроники. Рассмотрены наиболее известные способы применения спинтроники.

Ключевые слова: спинтроника, спин, полупроводники, магнетизм, энергонезависимая память, информационная безопасность

Введение. Спинтроника – будущее информационных технологий – использует квантовое свойство электронов для хранения, обработки и передачи информации, что дает такие преимущества, как более высокая скорость и меньшее потребление энергии по сравнению с традиционной электроникой. В устройствах спинтроники, в отличие от устройств обычной электроники, энергию или информацию переносит не электрический ток, а ток спинов [1].

Основная часть. Магнитным спином обладают не только электроны, но и некоторые другие элементарные частицы, а также ядра атомов. В наше время спинтроника изучает магнитные и магнитооптические взаимодействия в полупроводниковых структурах, динамику и когерентные свойства спинов в конденсированных средах, а также квантовые магнитные явления в структурах нанометрового размера. Наряду с ранее известными магнетиками по мере развития спинтроники появились магнитные полупроводники – вещества, которые одновременно могут быть магнитами, полупроводниками и оптическими средами.

Одной из серьезных проблем в создании приборов спинтроники является спиновая поляризация. Поскольку электроника, используемая сегодня, работает при комнатной температуре и выше, серьезной проблемой в развитии спинтроники было то, что электроны имеют тенденцию переключать и случайным образом изменять направление своего спина при повышении температуры. Это означает, что информация, закодированная в электронных спиновых состояниях, теряется или становится неоднозначной. Таким образом, необходимым условием для развития спинтроники на основе полупроводников является то, что можно установить практически все электроны в одно и то же спиновое состояние и поддерживать его при комнатной и более высоких температурах. Предыдущие исследования позволили достичь максимальной спиновой поляризации электронов около 60 % при комнатной температуре [2].

Для создания приборов спинтроники используется большое количество различных материалов и явлений: полупроводники, ферромагнетики, гетероструктуры и т. д. [3-5]. Полупроводник – материал, по удельной проводимости занимающий промежуточное место между проводниками и диэлектриками, и отличающийся от проводников сильной зависимостью удельной проводимости от концентрации примесей, температуры и воздействия различных видов излучения. Основным свойством полупроводников является увеличение электрической проводимости с ростом температуры. Ферромагнетики – материалы, у которых магнитные моменты атомов различных подрешеток ориентируются антипараллельно, как и в антиферромагнетиках, но моменты различных подрешеток не равны, и, тем самым, результирующий момент не равен нулю. Ферромагнетики характеризуются спонтанной намагниченностью. Гетероструктура – термин в физике полупроводников, обозначающий выращенную на подложке слоистую структуру из различных полупроводников, в общем случае отличающихся шириной запрещенной зоны. Между двумя различными материалами формируется так называемый гетеропереход. Создание систем металл/полупроводник для приборов спинтроники и оптоэлектроники требует формирования совершенной границы раздела, содержащей минимальное количество дефектов, поскольку однородность и степень кристаллического упорядочения ферромагнитных и

полупроводниковых слоев вблизи гетерограницы оказывают существенное влияние на характеристики приборных структур.

Спинтроника используется в различных отраслях техники. Компания *Motorola* выпустила первые коммерчески доступные микросхемы магниторезистивной памяти произвольного доступа (*MRAM* – magnetic random access memory). Компания *Samsung* также ведет разработки в этом направлении. Энергонезависимость качественно отличает спинтронные устройства от полупроводниковых устройств – оперативной памяти (*DRAM*) и кеша (*SRAM*). Главный недостаток динамической оперативной памяти *DRAM* – энергозависимость. Но если использовать технологию спинтроники – модуль памяти на переносе спина *STT-MRAM*, то записанная в магниторезистивных ячейках информация сохранится в магнитном состоянии запоминающего элемента [6].

Спинтроника развивается в сфере информационной безопасности. Компания *Crocus Technology* запатентовала технологию *MLU* производства ключей и чипов для защиты банковских карт. Новшество состоит в кодировке информации с применением устройств на основе системы магниторезистивных туннельных структур, что позволяет каждый раз создавать уникальную последовательность чисел для конкретного пользователя при прохождении идентификации и получении доступа к карте. Одно из перспективных научных направлений в области искусственного интеллекта – машинное зрение. Прогресс в этом направлении позволит производить быстрый анализ и обработку визуальной информации для решения прикладных задач в робототехнике, системах виртуальной реальности, систематизации и сортировке рукописных данных, анализе медицинских изображений, распознавании текста.

Заключение. Устройства, созданные на основе спинтроники, обещают решить многие проблемы традиционной микроэлектроники: энергонезависимость, уменьшение энергопотребления, увеличение плотности логических элементов и скорости обработки данных.

Список литературы

1. Спинтроника – новое направление в электронике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pandia.ru/text/78/409/84623.php>. – Дата доступа: 12.12.2021.
2. Возможности для практической полупроводниковой спинтроники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ko.com.ua/vozmozhnosti_dlya_prakticheskoy_poluprovodnikovoj_spintroniki_137246. – Дата доступа: 12.12.2021.
3. Полупроводник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Полупроводник>. – Дата доступа: 12.12.2021.
4. Ферримагнетики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Ферримагнетики>. – Дата доступа: 12.12.2021.
5. Гетероструктура [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Гетероструктура>. – Дата доступа: 12.12.2021.
6. Спинтроника: почему компьютеры будут работать быстрее [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://postnauka.ru/longreads/154793>. – Дата доступа: 12.12.2021.

UDC 621. 382

SEMICONDUCTOR SPINTRONICS

Artemev V.V., Dakh A.O.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Bychek I.V. – PhD, associate professor of the department of ETT

Annotation. The technology of spintronic devices is analyzed. The advantages of spintronics are highlighted. The most known ways of using spintronics are considered.

Keywords: spintronics, spin, semiconductors, magnetism, nonvolatile memory, information security

АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ С ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Бондаренко А.С., Кондратьева В.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Мадвейко С.И – канд.техн.наук, доцент, заведующий кафедры ЭТТ

Аннотация. Проведен анализ влияния СВЧ-энергии на ключевые характеристики полупроводниковых материалов. В частности, влияние частоты и мощности излучения на изменение сопротивления.

Ключевые слова. СВЧ-излучение, полупроводник.

Введение. Широкое применение СВЧ-излучения в микропроцессорной технике, в том числе для нагрева материалов, предполагает исследование изменения параметров и структуры материалов под воздействие СВЧ-волн. Полупроводники подвергаются подобного рода воздействию в связи большим количеством процессов, которым способствует нагрев образца кремния и др. СВЧ-излучение эффективно модифицирует свойства полупроводниковых структур, однако механизмы такого воздействия не изучены до конца.

Основная часть. При поглощении электромагнитной энергии в веществе возникают объемные источники энергии, обусловленные как токами проводимости, так и поляризационными процессами [1].

Известно, что СВЧ-облучение является эффективным методом модификации свойств полупроводниковых материалов и структур [2]. Механизмы такого воздействия до конца не изучены. Известно, что они являются структурно чувствительными, поэтому структурно совершенные полупроводниковые кристаллы интересны для исследования с данной точки зрения.

В работе [3] проводились исследования на установке, в которой источником СВЧ-поля служил генератор сигналов высокочастотный типа Г4-127, позволяющий плавно изменять частоту излучения от 11,95 ГГц до 16,5 ГГц с максимальной выходной мощностью 8 мВт. На конце волноводного тракта была размещена измерительная термисторная головка типа МБ-28А, представляющая собой оконечную нагрузку, которая обеспечивала измерение мощности СВЧ-излучения в волноводном тракте. В волноводе имелось малое отверстие, в которое параллельно узкой стенке вводился зонд с исследуемым кристаллом. Этот кристалл подсоединялся к измерительному прибору, обеспечивающему непрерывное измерение сопротивления кристалла и э.д.с., возникающей на контактах к кристаллу при воздействии на него СВЧ-поля [3].

На рисунке 1 [3] приведена зависимость изменения сопротивления ΔR кристалла твердого раствора *Si-Ge* от мощности СВЧ-излучения на различных фиксированных частотах. Между полученными зависимостями ΔR от частоты и величины э.д.с., возникшей на контактах кристалла при уровне мощности 5 мВт, от частоты существует четкая корреляция. Наиболее сильная зависимость изменения сопротивления от мощности наблюдается при тех частотах, на которых находятся пики. Наиболее выраженные пики изменения R/R_{\max} соответствуют частотам 15,5-16,5 ГГц [3]. Исследования кристаллов под более мощным излучением показали на низких уровнях мощности аналогичную зависимость, а на более высоких приводило к локальным разогревам кристаллов.

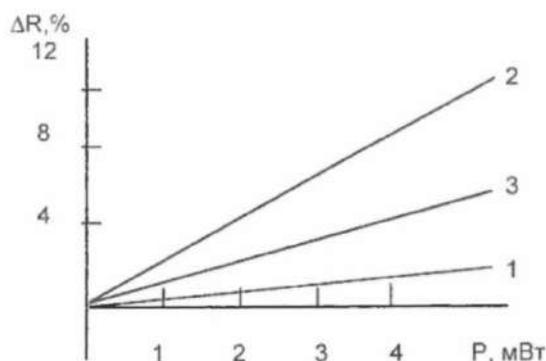


Рисунок 1 – Зависимость изменения сопротивления ΔR от мощности СВЧ-поля для кристалла твердого раствора Si-Ge при частоте излучения: 1 - 14,8 ГГц, 2 - 16,3 ГГц, 3 - 16,5 ГГц [3]

Для максимальной выходной мощности напряженность в кристалле достигает 400 В/м, что вполне достаточно для генерации горячих носителей. Определенный интерес с точки зрения чувствительности к СВЧ-мощности вызывают кристаллы кремния, обладающие не только высокими значениями температурного коэффициента сопротивления, но и высокими значениями коэффициентов термо-э.д.с. в диапазоне 20...200 °С.

Выводы. Анализ данных показывает, что полупроводники могут характеризоваться неравномерным нагревом в сильных СВЧ-полях, а также фактом наличия горячих носителей, которые могут генерироваться лишь в областях с высоким сопротивлением. СВЧ-нагрев полупроводниковых материалов является более качественным, чем тепловой или ИК-нагрев в силу большей равномерности распределения энергии.

Список использованных источников

1. Mishra, R.R. *Microwave-material interaction phenomena: Heating mechanisms, challenges and opportunities in material processing* / R.R. Mishra, A.K. Sharma // *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*. – 2016. – Vol. 81. – P. 78– 97.
2. Миленин В.В. *Взаимод. излучений с тв. телом: Тез.докл. 2-й междунар. конф.* - Мн., 1997-С.118.
3. Байцар Р.И. *Влияние СВЧ-облучения на структуру и свойства полупроводниковых кристаллов* / Р.И.Байцар, Г.Н.Бортник, С.С.Варшава, И.В.Курило.

UDC 621.3.049.77

ANALYSIS O THE INTERACTION OF MICROWAVE RADIATION WITH SEMICONDUCTOR MATERIALS

Bondarenko A.S., Kondratieva V.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Madveika S.I. – PhD, associate professor, head of the department of ETT

Annotation. Analysis of the effect of microwave energy on the characteristics of semiconductor materials were analysed. In particular, influence of frequency and power of radiation on change of resistance.

Keywords: microwave radiation, semiconductor.

НАНОТЕХНОЛОГИИ – ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Бричковская М.С., Тармин А.М.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Бычек И.В. – канд. техн. наук, доцент кафедры ЭТТ

Аннотация. Рассмотрены достижения и перспективы развития нанотехнологий, возможные сферы их применения. Проведен сравнительный анализ положительных и отрицательных возможных последствий в развитии нанотехнологий в жизни человека. Рассмотрены применение нанотехнологии в химии и медицине.

Ключевые слова: нанотехнологии, фуллерен, графен, нитевидный нанокристалл

Введение. Нанотехнологии являются инновационными достижениями и делают большие шаги в развитии научно-технической революции. Практический аспект нанотехнологий включает в себя производство устройств и их компонентов, необходимых для создания, обработки и манипуляции атомами, молекулами и наночастицами. Квантовая природа нанотехнологических процессов делает их очень наукоемкими и стимулирует развитие таких прикладных областей, как наномашин, нанокосмонавтика, наномеханика, создание и развитие такой отрасли промышленности, как производство наноматериалов. Нанотехнологии позволяют контролировать размер частиц и, таким образом, улучшать свойства материалов. Миниатюризация структур приводит к созданию новых объектов, таких как нанотрубки, углеродные наноразмеры, тонкие пленки, квантовые проводники и матричные элементы, лазерные генераторы, обладающие уникальными свойствами.

Основная часть. Нанотехнологии – это совокупность процессов, позволяющих создавать вещества, материалы, устройства и технические системы, функционирование которых определяется в первую очередь их наноструктурой [1]. Нанотехнологии оказались полезными во многих сферах современного производства, таких как производство компьютерной техники, космическая и авиационная промышленность, наномеханика (производство нанодвигателей и роботов). Широкое распространение получили нанотехнологии в области медицины: применяя нанотехнологии, ученые научились «выращивать» органы и ткани, которые в последствии успешно вживлялись в тело человека. Широко применяются нанотехнологии в сельском хозяйстве, химии, биологии, экологии.

Графен – двумерная аллотропная модификация углерода, образованная слоем атомов углерода толщиной в один атом (рисунок 1) [2].

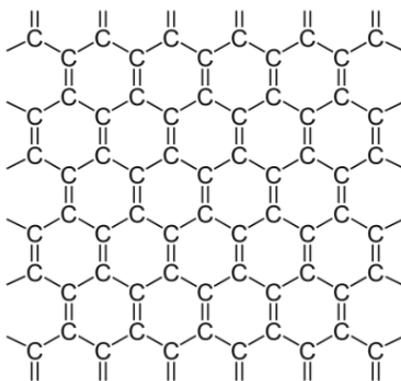


Рисунок 1 – Химическая структура графена

Материал обладает такими свойствами, как высокая теплопроводность, большая механическая жесткость, гибкость, температура плавления выше 3000 °С. В медицинских исследованиях графен демонстрирует противораковые свойства. Термоэлектрический эффект позволит существенно повысить КПД полупроводниковых солнечных батарей с использованием графена. Добавление данного материала во многие конструкционные материалы повышает их прочность, износостойкость. Так, свойства бетона после добавления 0,05 % графена улучшаются за счёт возрастания прочности [3].

Фуллерен – молекулярное соединение, представляющее собой выпуклые замкнутые многогранники, составленные из трехкоординированных атомов углерода (рисунок 2) [4].

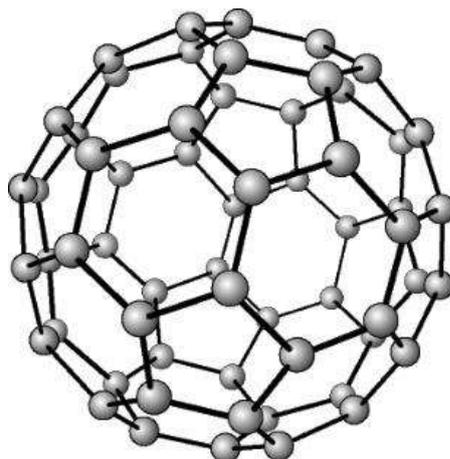


Рисунок 2 – Химическая структура фуллерена

Области применения фуллерена:

- аккумуляторы и электрические батареи;
- добавки для получения искусственных алмазов методом высокого давления (выход алмазов увеличивается приблизительно на 30 %);
- создание новых лекарств;
- огнезащитные краски.

Нитевидный нанокристалл (ННК) – это одномерный наноматериал, длина которого значительно превосходит остальные измерения, которые, в свою очередь, не превышают нескольких десятков нанометров. Существуют различные виды ННК, среди которых металлические (например, *Ni*, *Au* и другие), полупроводниковые (например, из *Si*, *InP*, *GaN* и другие), молекулярные (состоящие из молекулярных единиц органического либо неорганического происхождения) и другие. ННК является относительно новым материалом, однако может иметь множество потенциальных применений в различных областях электроники и медицины. В частности, были предприняты многочисленные попытки продемонстрировать различные возможности использования ННК для создания солнечных элементов. Кроме этого, ННК могут найти применение в термоэлектрических и пьезоэлектрических устройствах. ННК могут быть использованы для создания различных электронных устройств, например, *p-n* переходов и транзисторов [5]. Было проведено множество работ, исследующих ННК в качестве активного элемента наносенсоров для экспресс-диагностики различных химических и биологических объектов.

Как и любые технологии, нанотехнологии обладают отрицательными свойствами. Например, в организм человека и прочих живых существ могут попасть молекулы тяжелых металлов или других токсичных веществ. Недавние исследования показали, что наночастицы способны не только проникать в ткани, но и накапливаться в них. Химически активные наночастицы могут образовывать прочные связи с биомолекулами (например, белками или ДНК), повреждая их, «выключая» или, наоборот, способствуя их повышенной активности.

Еще один вариант отрицательного воздействия – катализ вредных для организма химических реакций. Даже если наночастицы окажутся безвредными, оказывать пагубное влияние могут содержащиеся в них примеси, которые очень трудно обнаружить (примесные вещества также могут образовывать с наночастицами прочные связи) [6].

Сейчас одной из самых обсуждаемых, самых волнующих является тема использования нанороботов в наномедицине и нанохимии. Считается, что наноробот, введенный в организм человека, сможет самостоятельно передвигаться по кровеносной, лимфатической и нервной системам, не нанося вреда организму, изменять характеристики тканей и клеток, уничтожить микроорганизмы, вирусы и раковые клетки. Теоретически нанотехнологии способны обеспечить человеку физическое бессмертие за счет того, что наномедицина сможет бесконечно регенерировать отмирающие клетки. По прогнозам ученых уже в ближайшем будущем появятся медицинские устройства размером с почтовую марку.

В области биологии станет возможным «внедрение» в живой организм на уровне атомов. Последствия могут быть самыми различными – от «восстановления» вымерших видов до создания новых типов живых существ, биороботов. Также благодаря нанотехнологиям появляются различные наноматериалы, которые имеют множество преимуществ в сравнении с уже существующими.

Применение нанотехнологий имеет большое значение для очистки и обеззараживания воды. Внедрение мембранных систем очистки и специальных биоцидных покрытий и материалов на основе серебра позволяет упростить содержание сельскохозяйственных животных и повысить их качество за счет обеспечения их высококачественной питьевой водой.

Заключение. Перспективы нанотехнологической отрасли поистине грандиозны. Нанотехнологии кардинальным образом изменят все сферы жизни человека. На их основе могут быть созданы товары и продукты, применение которых позволит революционизировать целые отрасли экономики. Нанотехнологии дают огромные возможности для медицины, химии и биологии, появляется возможность усовершенствовать многие изобретения.

Список литературы

1. Нанотехнологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Нанотехнологии>. – Дата доступа: 12.12.2021.
2. Графен [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Графен>. – Дата доступа: 12.12.2021.
3. Свойства графена [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://science.fandom.com/ru/wiki/Графен>. – Дата доступа: 12.12.2021.
4. Фуллерен [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Фуллерен>. – Дата доступа: 12.12.2021.
5. Нитевидный нанокристалл [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Нитевидный_нанокристалл. – Дата доступа: 12.12.2021.
6. Отрицательные свойства нанотехнологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lenta.ru/articles/2008/12/09/nanofear/>. – Дата доступа: 12.12.2021.

UDC 620.3:552.086

NANOTECHNOLOGIES - ACHIEVEMENTS AND PROSPECTS

Brichkovskaya M.S., Tarmin A.M.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Bychek I.V. – PhD, associate professor of the department of ETT

Annotation. Achievements and prospects for the development of nanotechnologies, possible areas of their application are considered. A comparative analysis of positive and negative possible consequences in the development of nanotechnologies in human life has been carried out. The application of nanotechnology in chemistry and medicine is considered.

Keywords: nanotechnology, fullerene, graphene, whisker nanocrystal

УДК 621.3.049.77

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВАКУУМА НА НАЛИЧИЕ ПУСТОТ МЕЖДУ КРИСТАЛЛОМ И МОНТАЖНОЙ ПЛОЩАДКОЙ ОСНОВАНИЯ КОРПУСА

Видрицкий А. Э.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Ланин В.Л. – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры ЭТТ

Аннотация. В случае образования скрытых дефектов в процессе пайки (пустоты, микротрещины, сколы) под кристаллом образуются участки с аномально высоким тепловым сопротивлением. Если площадь дефектов невелика по сравнению с площадью кристалла и не затрагивает активной структуры транзистора, то основная часть изделий имеет низкий уровень теплового сопротивления. Однако в процессе длительной эксплуатации в условиях экстремальных термоциклических воздействий такие изделия могут оказаться потенциально ненадежными из-за развития микротрещин до активной структуры.

Ключевые слова: монтаж кристаллов, припой, пайка, корпус.

Введение. При монтаже кристалла в корпус возможно образование пустот, что ухудшает отвод тепла от кристалла, а тепловое воздействие оказывает влияние на электрические параметры полупроводниковых изделий. Кроме того, снижается механическая прочность контактного соединения, в приконтактных областях кристалла возникают внутренние напряжения, которые могут привести к катастрофическим отказам из-за появления со временем микротрещин в кристалле [1].

Есть только два фактора, которыми следует руководствоваться непосредственно перед изготовлением соответствующих элементов, чтобы предотвратить образование пустот. Во-первых, это трафареты для пайки микросхем, во-вторых, применение вакуумной технологии при самой пайке. Единственная отличительная особенность вакуумной пайки – она может использоваться в производственном процессе в «экстренном» случае, когда быстро возрастает количество пустот, и может подстраиваться под колебания качества, возникающие как при сборке изделий и неравномерной подаче паяльной пасты, так и при неравномерном покрытии плат [2].

Уровень остаточных термических напряжений во многом зависит от качества присоединения кристаллов на припой. В настоящее время в электронной промышленности наибольшее распространение получили следующие способы монтажа кристаллов на подложку: пайка припоями, пайка эвтектическими сплавами, приклеивание токопроводящими клеями на органической основе, с помощью легкоплавких или тугоплавких стекол. Способ монтажа кристалла должен обеспечивать:

- максимальный отвод тепла,
- высокую механическую прочность соединения,
- малое сопротивление контакта.

Припои для монтажа кристаллов выбирают исходя из особенностей конструкции, механических и электрических характеристик прибора, условий его эксплуатации. При выборе учитывают температуру плавления припоя, надежность паяных соединений, устойчивость монтируемых компонентов к температуре пайки, различия режимов пайки.

Основная часть. Для проведения операции монтажа кристаллов в основание корпуса с требуемой точностью (± 20 мкм) на малогабаритной вакуумной печи оплавления *RSS-160-S*, была разработана и изготовлена специальная графитовая оснастка, которая предусматривает загрузку оснований корпуса монтажной площадкой вниз. Техпроцесс пайки кристалла к основанию корпуса предусматривает предварительное размещение на монтажной площадке преформы (ПОС10, температура плавления 300 °С). В связи с изложенным, с целью

недопущения смещения преформы перед проведением операции монтажа кристаллов необходимо предварительно прикрепить (приварить) преформу к основанию корпуса (точность присоединения ± 50 мкм).

Крепление преформы проводилось методом контактной сварки расщепленным электродом на универсальном комплексе УС.ИМ-227СК, в следующих режимах: усилие на электроды – 0,4 Н, время сварки – 1 с, температура стола – 125 °С, сварочное напряжение 0,7 В. Количество сварных точек девять, размер точек присоединения – 50 - 100 мкм.

Далее, для монтажа кристаллов, основание корпуса с прикрепленной преформой совместно с кристаллом был загружен в оснастку и размещен на нагревательной плите вакуумной камеры малогабаритной вакуумной печи оплавления *RSS-160-S* и проведен процесс пайки в вакууме (уровень вакуума 10^{-1} Па). Термопрофиль процесса пайки представлен на рисунке 1 (красной линией отмечена динамика изменения температуры, синей – давления).

Как видно из рисунка 1, термопрофиль представляет собой двухстадийное создание вакуума с постепенным, двухстадийным повышением температуры. Пайка происходила в девять этапов:

- первый этап – продувка камеры азотом;
- второй этап – создание вакуума до 1 Па с целью откачки среды из камеры;
- третий этап – продувка камеры азотом до атмосферного давления;
- четвертый этап – постепенный нагрев камеры до температуры 280 °С;
- пятый этап – выдержка в течении 100 с. при температуре 280 °С;
- шестой этап – создание вакуума до 0,1 Па с одновременным повышением температуры до 350 °С;
- седьмой этап – выдержка в течении 120 с при температуре 350 °С;
- восьмой этап – продувка камеры азотом до атмосферного давления;
- девятый этап – снижение температуры в среде азота до комнатной.

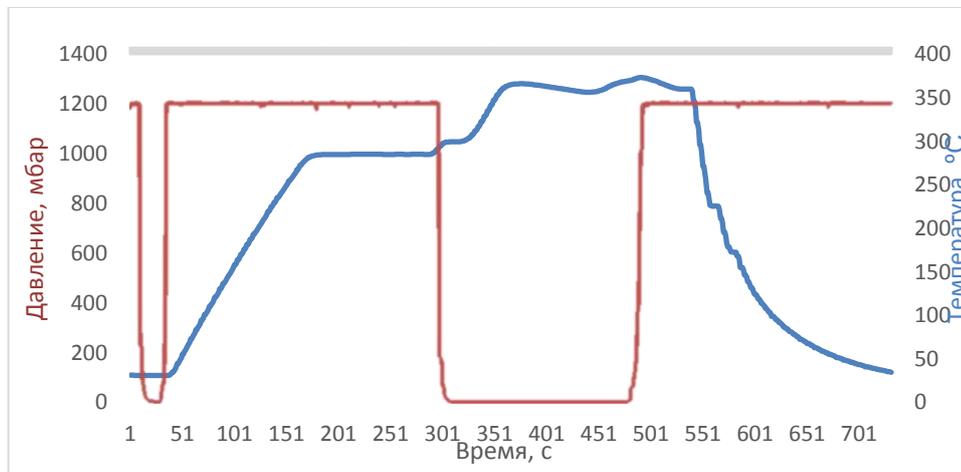


Рисунок 1 – Термопрофиль процесса пайки в вакууме на печи оплавления *RSS-160-S*

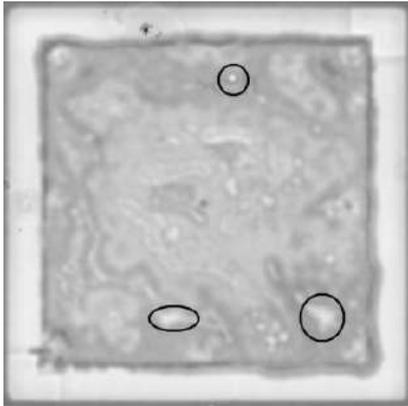
После выполнения процесса пайки, проведен анализ качества присоединения кристалла в основание корпуса, получены следующие результаты:

- растекание припоя по периметру кристалла – 100 %;
- наличие пустот под кристаллом – менее 5 % (рисунок 2 а, наличие пустот под кристаллом определялось методом ультразвуковой микроскопии на акустическом микроскопе *D9600*).

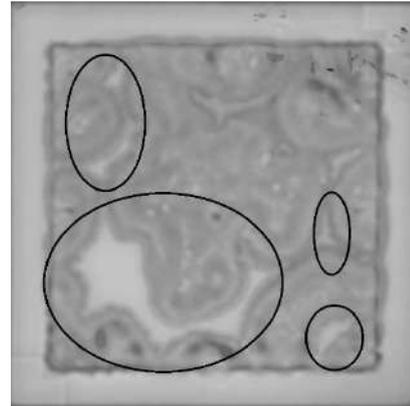
С целью подтверждения влияния вакуума на наличие пустот под кристаллом повторно проведен монтаж кристалла в основание корпуса при тех же значениях температуры, но при атмосферном давлении (результаты ультразвуковой микроскопии представлены на рисунке 3 б), получены следующие результаты:

- растекание припоя по периметру кристалла – 100 %;

– наличие пустот под кристаллом – более 20%



а)



б)

Рисунок 2 – Фотография пустот под кристаллом, выполненная методом ультразвуковой микроскопии

Как видно из рисунка 2 монтаж кристаллов на припой в вакууме позволяет получить более надежное соединение с меньшим количеством пустот между кристаллом и монтажной площадкой основания корпуса.

Заключение. Проведено исследование влияния вакуума на наличие пустот между кристаллом и монтажной площадкой основания корпуса. Экспериментально установлено, что монтаж кристаллов в вакууме позволяет сократить количество пустот под кристаллом и свести их к минимуму – менее 5 % площади кристалла, в то время как при пайке в атмосферном давлении пустоты под кристаллом достигают более 20% площади кристалла.

Список литературы

1. Зенин, В.В. *Монтаж кристаллов и внутренних выводов в производстве полупроводниковых изделий* / В. В. Зенин, В. А. Емельянов, В. Л. Ланин. – Минск: Интегралполиграф, 2015 – 380 с.
2. Оттль, Г. *Контролируемое образование пустот в процессе пайки* / Г. Оттль // *Технологии в электронной промышленности*, 2021. – №1. – С. 46-48.

UDC 621.3.049.77

STUDY OF THE INFLUENCE OF VACUUM ON THE PRESENCE OF VOID BETWEEN THE CRYSTAL AND THE INSTALLATION PLATFORM OF THE CASING BASE

Vidritskiy A. E.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Lanin V.L. – Dr. Tech. Sc., full professor, professor of the department of ETT

Annotation. In case of formation of hidden defects during soldering (voids, microcracks, chips), areas with abnormally high thermal resistance are formed under the crystal. If the defect area is small compared to the crystal area and does not affect the active structure of the transistor, then the main part of the products has a low level of thermal resistance. However, during long-term operation in conditions of extreme thermocyclic influences, such products may be potentially unreliable due to the development of microcracks to the active structure.

Keywords: installation of crystals, solder, soldering, housing.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОЛЕЙ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ШАРИКОВ ПРИПОЯ НА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТАХ

Войналович А.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Ланин В.Л. – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры ЭТТ

Аннотация. Формирование шариков припоя на печатных платах и подложках является сложным и многоэтапным технологическим процессом. Исследован процесс формирования шариков припоя на печатной плате индукционным нагревом. Применение индукционных нагревателей на магнитопроводах позволяет повысить локальность нагрева, снизить потребляемую мощность, избавиться от водяного охлаждения и от изоляции деталей.

Ключевые слова: индукционная пайка, шарики припоя, магнитопровод, концентратор.

Введение. Технология монтажа кристаллов активной стороной на печатные платы (*Flip-Chip*), при котором кристалл устанавливается на выводы, выполненные непосредственно на его контактных площадках, обеспечивает высокую плотность монтажа и очень короткие электрические связи, что повышает производительность микросхем и снижает нагрева.

С развитием микроэлектроники растет количество выводов компонентов, и по ряду причин медные шарики были заменены на шарики припоя. Сформированные на контактных площадках кремниевого кристалла шарики припоя в процессе групповой пайки обеспечивают надежное соединение с медными контактными площадками платы, при этом за счет сил поверхностного натяжения расплавленного припоя происходит самовыравнивание кристалла.

Формирование шариков припоя на печатных платах и подложках является сложным и многоэтапным технологическим процессом. Шарики припоя на печатной плате можно формировать индукционным нагревом. Применение индукционных нагревателей на магнитопроводах позволяет повысить локальность нагрева, снизить потребляемую мощность, избавиться от водяного охлаждения и от изоляции деталей [1].

Целью работы является моделирование тепловых полей и оптимизация параметров индукционного нагрева шариков припоя для *Flip-Chip* монтажа кристаллов интегральных схем.

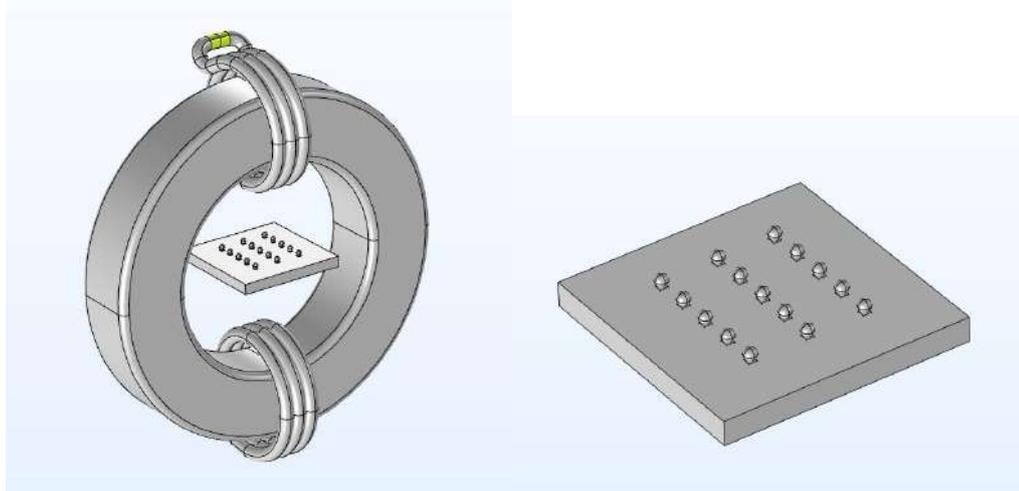
Основная часть. Высокопроизводительный бесконтактный нагрев осуществим благодаря воздействию энергии высокочастотных электромагнитных колебаний. Применим он в различных процессах обработки проводящих материалов: термообработке, плавке, упрочнении, сварке, пайке, выращивании кристаллов и т.д. Наиболее важным преимуществом ВЧ-нагрева являются следующие [2]:

- энергия нагрева создается вихревыми токами непосредственно в изделии;
- возможны высокая плотность энергии и короткое время нагрева;
- локализация нагрева в пределах обрабатываемой зоны;
- возможность нагрева в любой среде, включая вакуум или инертный газ;
- высокая экологическая чистота нагрева;
- возможность использования электродинамических сил для улучшения растекания припоя, перемешивания расплава металла и т. д.

Для моделирования тепловых полей индукционного нагрева выбран пакет *COMSOL Multiphysics*, который позволяет рассчитывать гармонические электромагнитные и электрические поля, переходные процессы, а также распределения температуры в нагреваемых объектах. Шарики припоя диаметром 0,76 мм закреплялись на контактных

медных площадках платы из стеклотекстолита *FR4* толщиной 1,5 мм. Плата нагревалась цельным магнитопроводом из феррита радиусом 30 мм (рисунок 1).

На частоте 732 кГц и силе тока в индукторе 1 А после 60 с нагрева получены тепловые поля нагрева шариков припоя на печатной плате (рисунок 2). Отмечена неравномерность нагрева шариков в центре ввиду краевого эффекта, проявление которого связано с взаимодействием магнитного поля вихревых токов в деталях с магнитным полем магнитопровода и искажением его силовых линий.



а

б

а – Модель индукционного нагревателя с замкнутым магнитопроводом,
б – печатная плата с шариками припоя

Рисунок 1 – Модель индукционного нагревателя для формирования шариков припоя

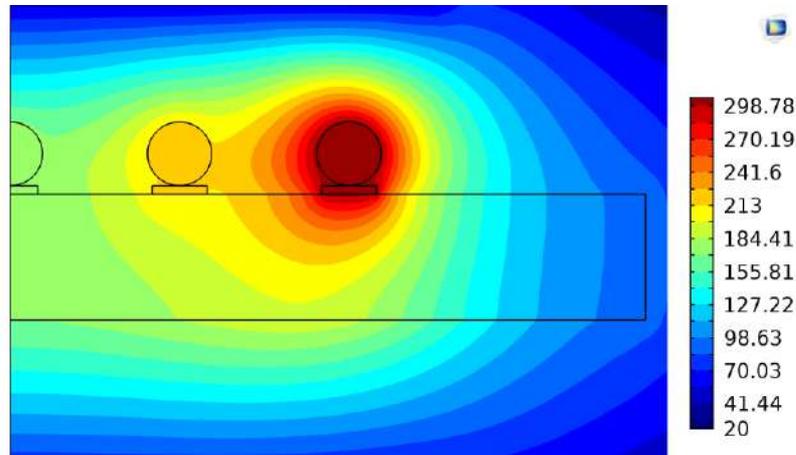


Рисунок 2 – Распределение температуры в зоне нагрева шариков припоя

Проведено моделирование индукционного нагрева на частоте 732 кГц и силе тока в индукторе 1 А с применением медного концентратора, расположенного под печатной платой. Получены тепловые поля нагрева шариков припоя на печатной плате (рисунок 3), распределение плотности магнитного потока (рисунок 4). В данном варианте моделирования отмечен наиболее равномерный нагрев шариков припоя, т.к. медный концентратор, расположенный под печатной платой, обеспечил более равномерное распределение вихревых токов.

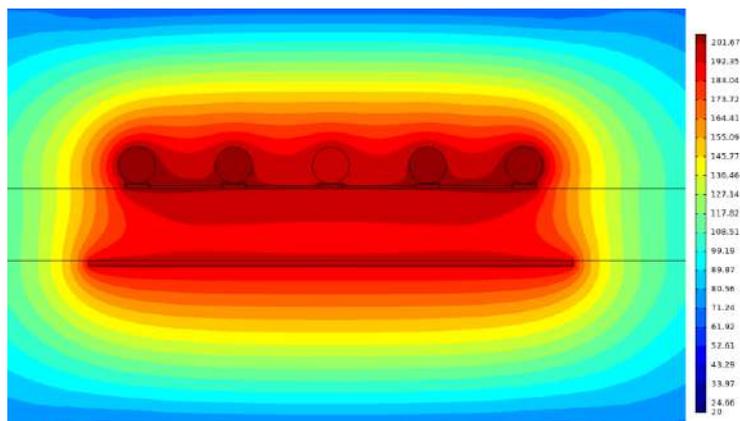


Рисунок 3 – Распределение температуры в зоне нагрева с применением концентратора

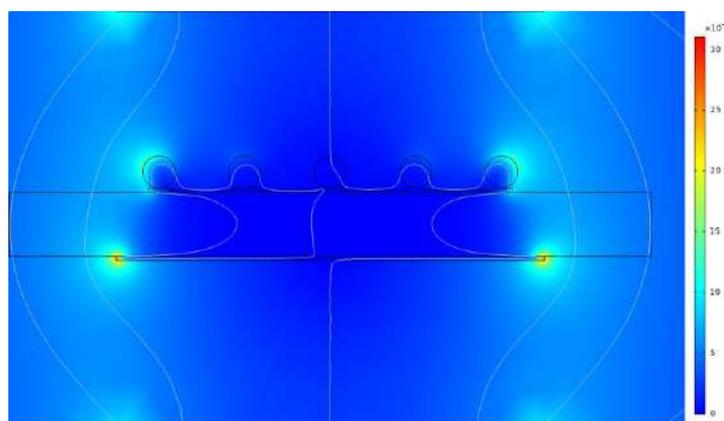


Рисунок 4 – Распределение плотности магнитного потока

Заключение. В ходе моделирования было получено распределение температуры для двух вариантов индукционного нагрева: с применением концентратора и без него. Применение концентратора вихревых токов позволило повысить эффективность нагрева благодаря концентрации магнитного поля и обеспечить более равномерный нагрев шариков припоя.

Список литературы

1. Lanin, V.L. *Induction Devices for Assembly Soldering in Electronics* / V.L. Lanin, I.I. Sergachov // *Surface Engineering and Applied Electrochemistry*, 2012, № 4.– P. 384–388.
2. Ланин, В.Л. *Высокочастотный индукционный нагрев для пайки электронных устройств* / В.Л. Ланин // *Технологии в электронной промышленности –2007.*–№ 5.– С. 46–49.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

SIMULATION OF THERMAL FIELDS OF INDUCTION HEATING DURING THE FORMATION OF SOLDER BALLS ON PRINTED BOARDS

Voinalovich A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Lanin V.L. – Dr. Tech. Sc., full professor, professor of the department of ETT

Annotation The formation of solder balls on printed circuit boards and substrates is a complex and multi-stage process. Solder balls on a printed circuit board can be formed by induction heating. The use of induction heaters on magnetic cores makes it possible to increase the locality of heating, reduce power consumption, get rid of water cooling and isolation of parts.

Keywords: induction soldering, solder balls, magnetic core, concentrator.

УДК 621.355

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА

Гимпель А.С., Дасько С.С.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Бычек И.В. – канд. техн. наук, доцент кафедры ЭТТ

Аннотация. Изучены различные типы химических источников тока, их состав и принцип работы. Определены преимущества и недостатки химических источников тока. Сделаны выводы о важности химических источников тока и неотъемлемости их использования в повседневной жизни.

Ключевые слова: химические источники тока, электрохимические системы, аккумуляторы

Введение. Невозможно представить себе жизнь современного общества, не пользующегося химическими источниками тока (ХИТ). ХИТ нашли широкое применение как автономные источники электрической энергии для питания радиоэлектронной аппаратуры, на транспорте, в космических объектах, в быту и т.д. [1].

Основная часть. Для выявления перспективных ХИТ необходимо решить следующие задачи: изучить принципы работы ХИТ, их классификацию; изучить состав электрохимических систем; проанализировать существующие ХИТ, их преимущества и недостатки; выделить наиболее перспективные разработки ХИТ.

Для решения поставленных задач были изучены характеристики следующих химических источников тока: литий-воздушных аккумуляторов (*Li-air*), литий-серных аккумуляторов (*Li-S*), кремний-углеродные нанокompозитные аноды для литий-ионных аккумуляторов, литий-ионные аккумуляторы (*Li-ion*) [2, 3].

В литий-воздушной батарее потенциал накопления энергии в 5-10 раз больше, чем у литий-ионных аккумуляторов. В зависимости от используемых материалов, *Li-ion-air* аккумулятор будет создавать напряжение в диапазоне от 1,7 до 3,2 В/элемент. Теоретическая удельная энергия *Li-air* аккумулятора составляет 13 кВтч/кг; *Al-air* аккумулятор обладает аналогичными качествами с теоретической удельной энергией 8 кВтч.

Благодаря низкому атомному весу лития и умеренному весу серы, литий-серные батареи обладают очень высокой удельной энергией – 550 Вт/ч и удельным потенциалом – 2500 Вт/ч. *Li-S* аккумулятор имеет хорошие характеристики разряда при низких температурах и может заряжаться при температуре –60 °С. Проблемы заключаются в ограниченном сроке службы, составляющем всего 40-50 зарядов/разрядов и нестабильности при высокой температуре. *Li-S* аккумулятор имеет напряжение ячейки 2,10 В и является экологически чистым.

В отличие от углерода в качестве типичного материала анода исследователи разработали кремний-углеродный нанокompозит. Это способствует доступу ионов лития для достижения стабильной производительности и увеличения емкости в пять раз по сравнению с обычным литий-ионным аккумулятором. Аккумулятор безопасен, однако срок службы ограничен из-за структурных проблем при введении и извлечении литий-иона в большом объеме.

В зависимости от химического состава и устройства, литий-ионные аккумуляторы разделяются на типы, сильно отличающиеся потребительскими качествами.

Литий-кобальтовые аккумуляторы (*NCR*): рабочий диапазон напряжений от 3 до 4,2 В, удельная энергоемкость – до 250 Втч/кг, пиковый ток разряда – не более двух ёмкостей, температура длительного хранения аккумуляторов –5 °С при 40-50 % заряда.

Литий-марганцевые аккумуляторы (*IMR* или *INR*): рабочий диапазон напряжений от 2,5 до 4,2 В, удельная энергоемкость 140-150 Втч/кг, ресурс порядка 5-6 лет до 1000 циклов «заряд-разряд», высокий ток под нагрузкой – до 5 ёмкостей, предельная граница разряда – 2,5 В, неработоспособны ниже –10 °С.

Железофосфатные аккумуляторы ($LiFePO_4$, $LiFe$): рабочий диапазон напряжений от 2 до 3,65 В, номинальное напряжение 3,2 В, удельная энергоёмкость 150 Втч/кг, ресурс 10-20 лет, примерно 1500-3000 циклов «заряд-разряд» (до 8000 в мягких условиях), стойки к низким температурам, при самых тяжёлых условиях эксплуатации не выделяют газ, не взрываются, не возгораются.

Литий-титанатные аккумуляторы: рабочий диапазон напряжений от 1,6 до 2,7 В, номинальное напряжение 2,3 В, удельная энергоёмкость 100 Втч/кг, ресурс более 15000 циклов «заряд-разряд», температурный диапазон работы от -30 °С до $+60$ °С, имеют наивысшую долговечность.

Разработки *Tesla* – аккумулятор литий-никель-кобальт-оксид алюминия с 80 % никеля, 15 % кобальта и 5 % алюминия. Благодаря существенному снижению кобальта и увеличению объема никеля эти батареи имеют максимально возможную плотность энергии. Несколько лет назад *Tesla* перешла на более крупный формат – с диаметра 18 и высоты 65 мм на диаметр 21 и высоту 70 мм. Это позволило немного повысить удельную плотность аккумулятора, поскольку в общей массе батареи меньше пространства уходит на оболочку. Новинка этого года обозначена форматом 4680, где 46 мм – это диаметр, а 80 мм – высота. Отмечают, что увеличение габаритов позволило в разы улучшить основные параметры, но при этом запас хода повысится лишь на 16 %. Стоимость таких ячеек на 14 % ниже в сравнении с нынешними [4, 5].

Заключение. Изучены принципы работы химических источников тока, их классификация и состав электрохимических систем. Проанализированы преимущества и недостатки существующих химических источников тока и выделены наиболее перспективные разработки.

Таким образом, разработка перспективных химических источников тока важна и с научной, и с практической точек зрения, поскольку в современном мире с каждым днем все больше растет роль стабильных, энергоёмких и недорогих источников тока.

Список литературы

1. Классификация ХИТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://electrosam.ru/glavnaja/jelektrooborudovanie/jelektropitanie/khimicheskie-istochniki-toka/>. – Дата доступа: 03.12.2021.
2. Состав электрохимических систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.chem21.info/info/1454786/>. – Дата доступа: 03.12.2021.
3. Литий-ионный аккумулятор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Литий-ионный_аккумулятор. – Дата доступа: 03.12.2021.
4. Разработки Tesla [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ixbt.com/news/2020/09/23/tesla-predstavila-svoi-biskvitnye-akkumuljatory-kotorye-sdelajut-jelektromobili-desheвле.html>. – Дата доступа: 03.12.2021.
5. Перспективные химические источники тока. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.powerinfo.ru/promisingbattery.php>. – Дата доступа: 03.12.2021.

UDC 621.355

PROMISING CHEMICAL CURRENT SOURCES

Gimpel A.S., Dasko S.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Bychek I.V. – PhD, associate professor of the department of ETT

Annotation. Various types of chemical current sources, their composition and principle of operation have been studied. The advantages and disadvantages of chemical current sources are determined. Conclusions are drawn about the importance of chemical current sources and the inalienability of their use in everyday life.

Keywords: chemical power sources, electrochemical systems, batteries

УДК 611.08

ФИЛЬТРАЦИЯ ЭЛЕКТРОКАРДИОСИГНАЛОВ МЕТОДОМ КОМБИНАЦИИ ФИЛЬТРОВ ЧЕБЫШЕВА И САВИЦКОГО-ГОЛЕЯ

Гордиевич А.В., Куприянов Н.И.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Камлач П.В. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ЭТТ

Аннотация. Разработан алгоритм и программа фильтрации электрокардиосигнала. Перед оценкой электрокардиограммы и сравнение ее с нормальными показателями возникает задача фильтрации шума с сохранением положения границ и высоты зубцов. Фильтрация электрокардиосигнала методом комбинации фильтров Чебышева и Савицкого-Голея повышает точность и достоверность регистрации параметров электрокардиосигнала, увеличивает качество обработки сигналов и улучшает качество фильтрации сигналов.

Ключевые слова: ЭКГ, ЭКС, фильтрация, фильтр Савицкого-Голея, фильтр Чебышева.

Введение. Самым распространенным и доступным методом функциональной диагностики болезней сердца является электрокардиография. Электрокардиография – электрофизиологическая методика регистрации и исследования электрических полей, образующихся при работе сердца.

Имеющиеся аппараты для снятия электрокардиограммы (ЭКГ) и традиционные методы анализа электрокардиограмм не всегда позволяют диагностировать сердечные заболевания с высокой достоверностью и точностью. Зачастую достаточно серьезные сердечные заболевания отражаются на ЭКГ лишь незначительным изменением амплитуды и формы пиков. Во многих случаях точность диагноза зависит от опыта и уровня классификации врача. Чтобы улучшить диагностические свойства ЭКГ, исключить «человеческий фактор», нужно автоматизировать получение данных и расширить состав измеряемых параметров для анализа ЭКГ, найти такие методы, которые были бы способны распознавать наиболее характерные статические параметры ЭКГ и отслеживать динамику их изменений при тех или иных заболеваниях.

Основная часть. Разработан алгоритм и программа фильтрации ЭКГ. Для фильтрации электрокардиосигнала (ЭКС) разработаны фильтры, устраняющие шумы измерений, но при этом сохраняющие положения границ и высоты зарегистрированных зубцов. В качестве таких фильтров рассмотрено использование одиночных фильтров, и комбинации последовательно соединенных фильтра Савицкого-Голея и фильтра Чебышева [1]. Существует возможность настройки параметров этих фильтров.

В условиях активной жизнедеятельности на измеряемые электрические сигналы биопотенциалов сердечной мышцы накладываются аддитивные помехи: наводки от сети электропитания и низкочастотных источников электромагнитного поля, потенциалы поляризации электродов отведений, двигательные артефакты и треморы (дрожание) пациента [2]. Присутствие помех в различной степени искажает параметры сигналов биопотенциалов сердечной мышцы, ухудшают соотношения сигнал/шум. Это затрудняет оценку важных для диагностики показателей ЭКГ, в результате чего истинные сигналы биопотенциалов сердечной мышцы не могут быть правильно классифицированы по ЭКГ.

Устранение помех достигается аппаратными средствами и с помощью последующей фильтрации. Для повышения достоверности и точности оценки диагностически значимых параметров (ДЗП) необходима фильтрация принимаемых от электродов отведений сигналов специальными программными фильтрами. Фильтры Савицкого-Голея и Чебышева предназначены для устранения влияния других высокочастотных шумов и помех. Данные фильтры рекомендуется применять в комбинации. Для каждого фильтра может выполняться

настройка параметров, предоставляемая в интерфейсе специалистам, в зависимости от диагностируемых по ЭКГ параметров [3].

Способ фильтрации шумов фильтром Савицкого-Голея основан на методе наименьших квадратов (МНК) [4]. Согласно этому методу $2n+1$ последовательных равноотстоящих точек аппроксимируются МНК полиномом $2k$ -й степени ($k < n$), и в качестве сглаженного значения используется значение полинома в $(n+1)$ -й точке. Математически это значение вычисляется путем скользящего среднего взвешенного среднее с весами точек, положительными в центре окна фильтрации и отрицательными на периферии (рисунок 1).



Рисунок 1 – Графики весов точек для методов скользящего взвешенного среднего (ширина окна 11 точек)

Рассматривая данный способ как последовательность точек, принимаемых последовательно во времени, следует указать, что достоинством данного метода фильтрации является то, что сглаженное значение определяется не для последней поступившей точки, а для точки, находящейся внутри интервала наблюдения, в которой известна предыстория до заданной точки и развитие ситуации после заданной точки. Это повышает достоверность сглаживания.

Для фильтрации сигналов ЭКГ можно использовать фильтры Савицкого-Голея первого и более высоких порядков. При повышении порядка фильтра усиливается фильтрующая способность для высокочастотных процессов [5].

Чем больше длина скользящего окна фильтра Савицкого-Голея, тем более точным получается значение сглаженной центральной точки. Но при большой длине окна значение сглаженной центральной точки слишком усредняется, что вносит определенную погрешность и снижает динамическую чувствительность фильтра. Исходя из этого длина скользящего окна для фильтра Савицкого-Голея выбирается в конкретных ситуациях.

Фильтры Чебышева основаны на аппроксимации последовательности сигналов скользящего окна степенным полиномом. Для устранения влияния шумов в сигналах ЭКГ могут использоваться фильтры Чебышева первого и более высоких порядков. Следует иметь в виду, что при применении фильтров Чебышева более высоких порядков приводит к более точной аппроксимации последовательности сигналов кривой заданного порядка, а не к

сглаживанию влияния помех. Применительно к сглаживанию ЭКГ в результате проведенных исследований рекомендуется использовать фильтр Чебышева первого порядка.

Для настройки фильтра Чебышева, а также и других рассмотренных фильтров необходимо назначать количество сигналов в обрабатываемом скользящем окне. При увеличении количества сигналов в скользящем окне повышается инерционность фильтра, при уменьшении – ухудшаются сглаживающие свойства.

На рисунках 2-3 представлены иллюстрации результатов работы последовательности фильтров при использовании разных степеней применяемых полиномов и количеством сигналов, полученных от электрода отведения, при количестве сигналов в обрабатываемом скользящем окне равном 21.

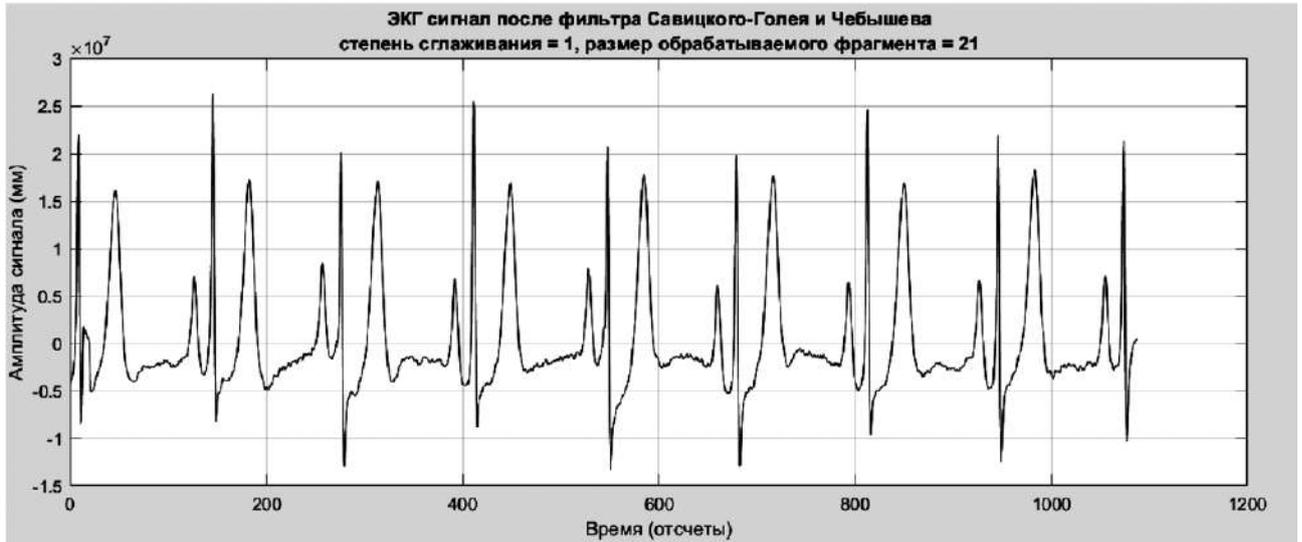


Рисунок 2 – Сигналы ЭКГ, сглаженные фильтрами Савицкого-Голея и Чебышева первого порядка

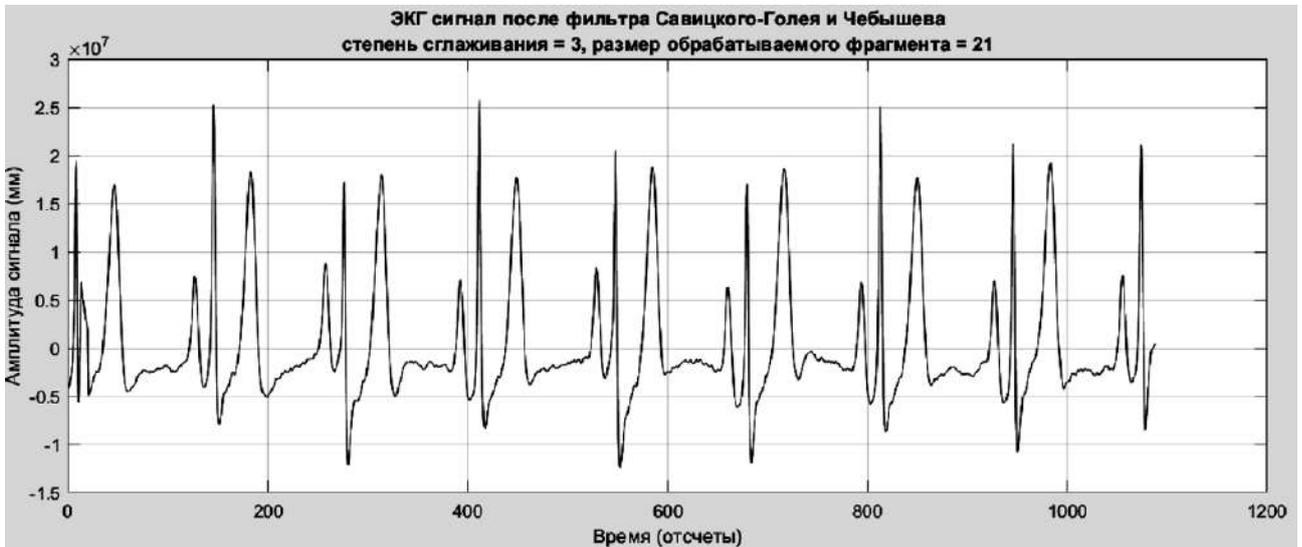


Рисунок 3 – Сигналы ЭКГ, сглаженные фильтром Савицкого-Голея третьего порядка и фильтром Чебышева первого порядка

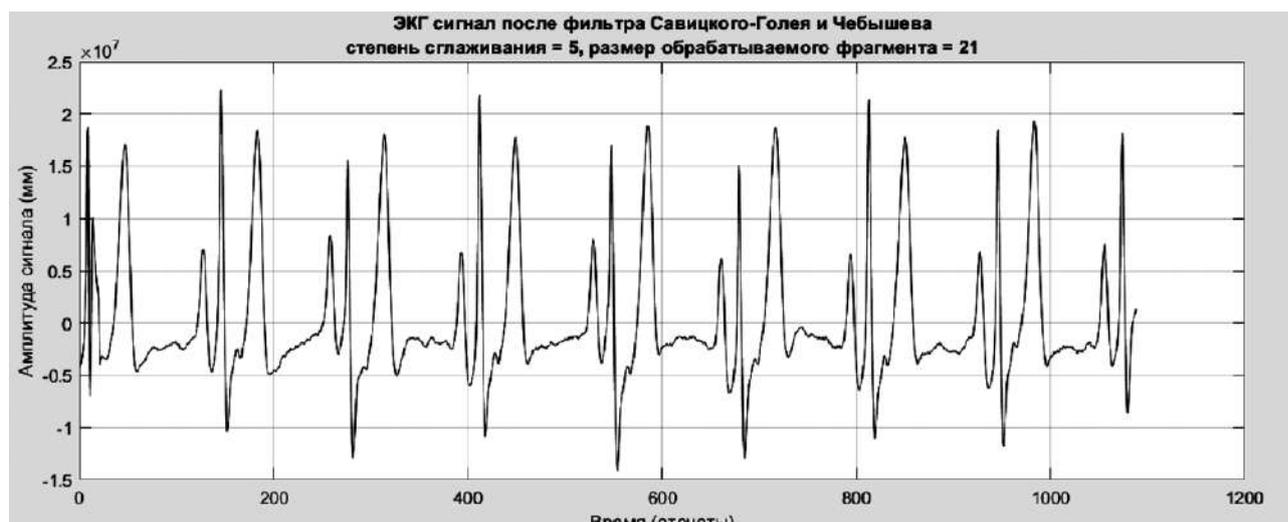


Рисунок 4 – Сигналы ЭКГ, сглаженные фильтром Савицкого-Голея пятого порядка и фильтром Чебышева первого порядка

Заключение. Сглаживающие фильтры Савицкого-Голея работают намного лучше обычных усредняющих нерекурсивных фильтров, которые имеют тенденцию удалять вместе с шумом значительную долю высокочастотных составляющих сигнала. Фильтры Савицкого-Голея осуществляют полиномиальную аппроксимацию отдельных кадров входного сигнала по критерию минимума квадратической ошибки. В этом смысле они являются оптимальными.

Список литературы

1. Васковская Л.Ф. Шестиканальный электрокардиограф с фильтрацией электрокардиограмм / Л.Ф. Васковская, А.В.Гордиевич, П.В. Камлач, И.И. Ревинская // *ИЗОБРЕТАТЕЛЬ Международный научно-практический журнал*. – 2021. – № 3.
2. Система электрокардиографической диагностики критических состояний в условиях свободной активности пациента: диссертация доктора технических наук: 05.11.17/Кривоногов Леонид Юрьевич; [Место защиты: Пенз. гос. ун-т]. - Пенза, 2017. - 412 с.
3. Васковская Л.Ф. Многоканальный электрокардиограф с фильтрацией электрокардиограмм методами медиан, Савицкого-Голея и Чебышева / Л.Ф. Васковская, А.В.Гордиевич, П.В. Камлач // *ИНФОРМАЦИОННО- ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ Международный научно-технический журнал*. – 2021. – Том 19, № 6
4. A. Savitzky and M. J.E. Golay. Smoothing and differentiation of data by simplified least squares procedures // *Anal. Chem.* Vol. 36. PP. 1627-1639. 1964.
5. Ronald W. Schafer. What is a Savitzky-Golay filter? // *IEEE Signal Processing Magazine*. 2011. PP. 111-117.

UDC 611.08

FILTERING OF ELECTROCARDIAC SIGNALS BY THE METHOD OF COMBINATION OF FILTERS OF CHEBYSHEV AND SAVITSKY-GOLAY

Hardziyevich A.V., Kupryianau M.I.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kamlach P.V. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of EET

Annotation. The Algorithm and Program of electrocardiosignals filtering are developed. Before the electrocardiogram estimation and compare with normal qualitative characteristics the task of noise filtering and keeping the position and height of electrocardiographic wave is appeared. The electrocardiosignals filtering by Chebyshev and Savitsky-Golay filters combination extends precision and reliability of electrocardiosignals recorded parameters, improves quality of signal processing and filtering.

Keywords: ECS, ECG, electrocardiosignal, filtering, Savitsky-Golay filter, Chebyshev filter.

УДК 612.7

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ СОЧЕТАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЕТОТЕРАПИИ И ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ВЫСОКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ

Горох П.И., Семенчик И.Н.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Бондарик В.М. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ЭТТ

Аннотация: рассматривается методика исследования сочетанного воздействия светотерапии и физических нагрузок высокой интенсивности

Ключевые слова: берпи, светотерапия, миография, физические нагрузки

Введение. Для профессиональных спортсменов очень важно повышение эффективности тренировочного процесса в условиях спортивной конкуренции. Физические упражнения – эффективное профилактическое средство, предохраняющее человека, как от заболеваний, так и от преждевременно наступающей старости. В то время как в настоящее время светотерапия является весьма востребованным видом физиотерапевтического лечения таких болезней, как артрит, остеоартрит, а также облегчения течения некоторых хронических заболеваний суставов. На сегодняшний момент эффективность сочетания светового воздействия с физическими нагрузками не исследована в должной мере, поэтому представляет научный интерес.

Основная часть. Перед началом проведения исследований, у испытуемых необходимо определить максимальное количество повторений N_0 упражнения берпи без критических искажений техники выполнения и проводить исследование, только после стабилизации частоты сердечных сокращений.

Во время исследования необходимо, сначала зафиксировать частоту сердечных сокращений испытуемого в спокойном состоянии v_0 и только затем, необходимо чтобы испытуемый выполнил N_0 повторений берпи.

Берпи – упражнение глобального воздействия на организм. По сути, это упражнение включает в себя три элемента: планка, отжимание и прыжок.

Упражнение берпи придумано для оценки функционального состояния американским физиологом Роялом Берпи. У преподавателя Колумбийского университета была цель: создать удобный тест с применением физической нагрузки, который заставит работать максимальное количество мышц и разгонит сердцебиение.

В берпи сочетается работа сразу нескольких мышечных групп [1]:

- квадрицепсы бедра,
- брюшной пресс,
- бицепсы рук,
- грудные мышцы,
- ягодичные мышцы,
- мышцы спины,
- дельтовидные мышцы,
- мышцы плечевого пояса.

Иллюстрация задействованных мышц в упражнении представлена на рисунке 1:

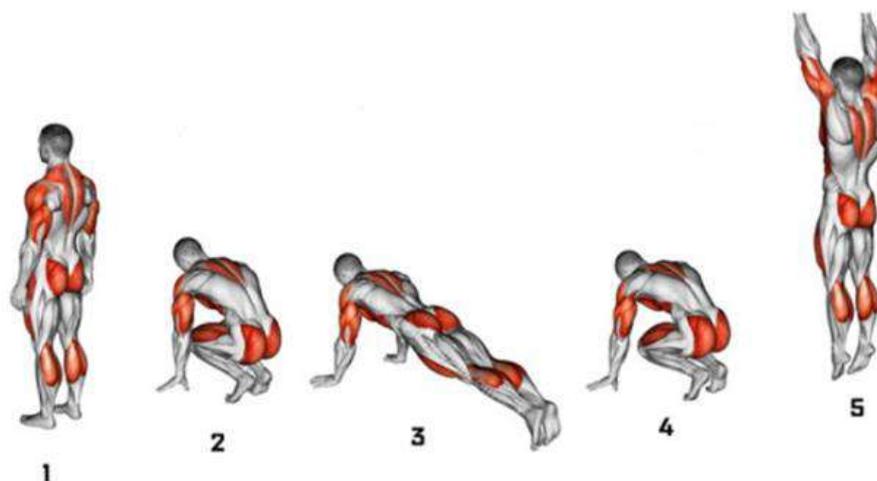


Рисунок 1 – Задействованные мышцы в берпи [1]

Сразу после выполнения упражнения необходимо зафиксировать частоту сердечных сокращений испытуемого v_{max} . Затем делим испытуемых на две группы.

Первая группа отдыхает в течении промежутка времени $t = 4$ мин. Второй группе будет подвержена процедура светолечения аппаратом Биоптрон *MedAll* в течении того же промежутка времени. Аппаратом необходимо воздействовать на дельтовидную мышцу рабочей руки испытуемого. Параметры воздействия аппарата выберем из инструкции по эксплуатации [2]:

- мощность передатчика аппарата 0,01Вт;
- частота передатчика 40МГц;
- расстояние от передатчика до поверхности воздействия 4см.

После прохождения интервала t у испытуемых необходимо снова зафиксировать частоту сердечных сокращений и подключить дельтовидную мышцу рабочей руки к аппарату для проведения миографического исследования.

Подключенному к аппарату для проведения миографического исследования испытуемому необходимо произвести 15 подъемов рабочей руки в сторону с заранее определенным предельным весом снаряда [3].

Подъемы руки в стороны проводят по следующей технике, включающей в себя законченные этапы движения:

- 1 Примите положение стоя, расставив ноги на ширине плеч.
- 2 Возьмите гантели в руки, опустив их по направлению тела.
- 3 Отводите слегка согнутые руки в стороны до того момента, пока они не будут расположены параллельно полу.
- 4 Не делайте пауз в верхней точке. Разведите руки с гантелями в стороны и сразу же опустите.

Обратите внимание на такие особенности для правильного выполнения упражнения для соблюдения правильной техники движений. Несоблюдение следующих особенностей выполнения упражнения может привести к получению травм [3]:

- 1 Немного сгибайте руки в локтях во время разводок.
 - 2 Не поднимайте руки высоко, наоборот, лучше не довести конечности до параллели с полом.
 - 3 Не делайте резких движений: плавно поднимайте и опускайте руки.
 - 4 При выполнении упражнения держите плечи опущенными.
- Техника выполнения упражнения представлена на рисунке 2:

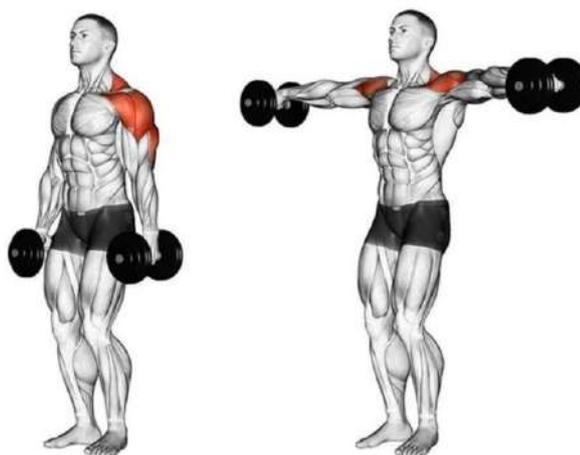


Рисунок 2 – Горизонтальный подъем рук с отягощением [3]

Заключение. Данная методика позволит провести исследование для выявления корреляционных факторов сочетанного воздействия физических нагрузок высокой интенсивности и светотерапии, что позволит повысить эффективность тренировочного процесса профессиональных спортсменов.

Список литературы

1. Техника выполнения берпи [Электронный ресурс] / Спортивное издание «Спорт-Экспресс». – Москва, 2010. – Режим доступа: <https://www.sport-express.ru/>. – Дата доступа: 20.01.2022.
2. Аппарат Биоптрон MedAll [Электронный ресурс] / Поставщик медицинской техники ОАО «Амкодор-Белвар». – Минск, 2015. – Режим доступа: <http://www.amkodor-belvar.by/>. – Дата доступа: 10.01.2022.
3. Техника выполнения горизонтальных подъемов рук [Электронный ресурс] / Спортивное издание «Спорт-Панда». – Москва, 2014. – Режим доступа: <https://sportpanda.ru/>. – Дата доступа: 20.01.2022.

UDC 612.7

METHOD FOR STUDYING THE COMBINED EFFECTS OF LIGHT THERAPY AND HIGH INTENSITY PHYSICAL ACTIVITY

Harokh P.I., Semenchik I.N.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Bondarik V.M. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ETT

Annotation. A technique for studying the combined effects of light therapy and high-intensity physical activity is considered.

Keywords: burpee, light therapy, myography, physical activity

КИНЕТИКА ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ СПЛАВА ОЛОВО-МЕДЬ И ОЛОВО-МЕДЬ-УДА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ТОКОВ

Гульба Д.Ю.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Кузьмар И.И. – канд. техн. наук, доцент кафедры ЭТТ

Аннотация. Изучено влияние параметров нестационарного электролиза на механизм формирования сплавов олово-медь и олово – медь - ультрадисперсный алмаз. Используя импульсный потенциостат-гальваностат «ElinsP-45X» получены поляризационные кривые электроосаждения на постоянном токе и при воздействии импульсно-реверсированных токов. Рассчитаны кинетические характеристики электролиза, Установлено влияние параметров электроосаждения на катодный выход по току (BT_k).

Ключевые слова: электрохимические покрытия сплавами, олово-медь, олово–медь-ультрадисперсный алмаз, кинетика, нестационарный электролиз

Введение. Использование различных форм управляющего тока, длительности импульсов, циклирование серий импульсов, отличающихся по направлению и по амплитуде, способствует формированию микрослоистых осадков с уникальными свойствами материала. Для повышения прочности паяных соединений, улучшения электрических свойств в [1] предложено использовать углеродные наночастицы (ультрадисперсный алмаз (УДА), фуллерен, фуллеренол, нанотрубки). Для понимания механизма формирования электрохимических сплавов при воздействии нестационарного электролиза и в присутствии дисперсных наночуглеродных частиц изучены кинетические закономерности осаждения покрытий олово-медь и олово - медь - ультрадисперсный алмаз.

Основная часть. Установлено влияние импульсного тока на кинетику электроосаждения сплава олово-медь и олово-медь-УДА. Для электроосаждения покрытий использован сульфатно-тиомочевинный электролит. Кинетические закономерности изучены методом вольтамперометрии с использованием импульсного потенциостата-гальваностата «ElinsP-45X» при линейной скорости развертки потенциала 5 мВ/с. Потенциал рабочего электрода измерен относительно хлорсеребряного электрода сравнения и пересчитан относительно стандартной водородной шкалы. По поляризационным кривым, снятым в потенциодинамическом режиме, найден предельный ток. Значения тока обмена j_0 и коэффициента переноса α рассчитаны с использованием графического представления уравнений Тафеля. Рассчитаны катодный выход по току (BT_k) и скорость осаждения (v).

Результаты исследований представлены на рисунках 1-2 и в таблицах 1 и 2.

Максимальное значение катодного выхода по току $BT_k=76\%$ наблюдается на импульсно-реверсированном токе при частоте 90,9 Гц. Увеличение частоты импульсного тока при электроосаждении сплава Sn-Cu приводит к увеличению выхода по току. Поляризационные кривые, полученные при различных режимах электролиза представлены на рисунке 2. Стационарный потенциал поверхности образца независимо от условий электролиза составлял $0,400 \pm 0,005$ В.

Процесс электроосаждения сплавов подчиняется законам смешанной кинетики. В составе электролитов присутствуют поверхностно-активные вещества, которые образуют пассивирующую пленку на поверхности катода. Для ВАХ характерно образование «плато», когда происходит рост потенциала электрода при значениях тока, близких к предельному. Значения предельного тока при формировании сплава выше, чем для чистого олова, и равны

$2,8 \cdot 10^{-2}$, $3,2 \cdot 10^{-2}$ и $5,2 \cdot 10^{-2}$ А/см² соответственно для олово, сплавов олово-медь и олово-медь-УДА.

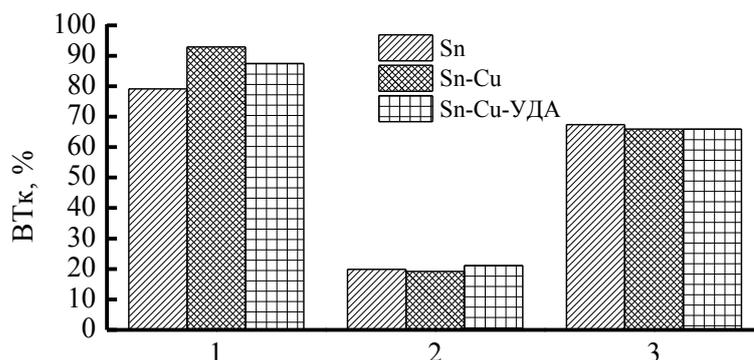


Рисунок 1 - Влияние на катодный выход по току режима электроосаждения:
 1 – постоянный ток (ПТ), 2 – импульсный (ИТ) $\tau_{\text{имп}}:\tau_{\text{паузы}}=30:70$ мс,
 3 – импульсно-реверсированный (РТ) $\tau_{\text{прямого}}:\tau_{\text{обратного}}=10:1$ мс

Колебания потенциала катода при импульсном электролизе в более отрицательную и более положительную сторону позволяют управлять входом величины $E(t)$ в область значений потенциала нулевого заряда. Это дает возможность управлять адсорбцией/десорбцией ПАВ, а также катодной поляризацией и количеством олова и меди в покрытии. импульсный электролиз не изменяет механизм разряда ионов олова и меди в исследуемом электролите. Лимитирующей стадией в катодном процессе при импульсном электролизе, как и в случае с постоянным током, является скорость электрохимической реакции. Однако абсолютное значение скоростей электродных реакций при импульсном электролизе выше, чем при стационарном режиме.

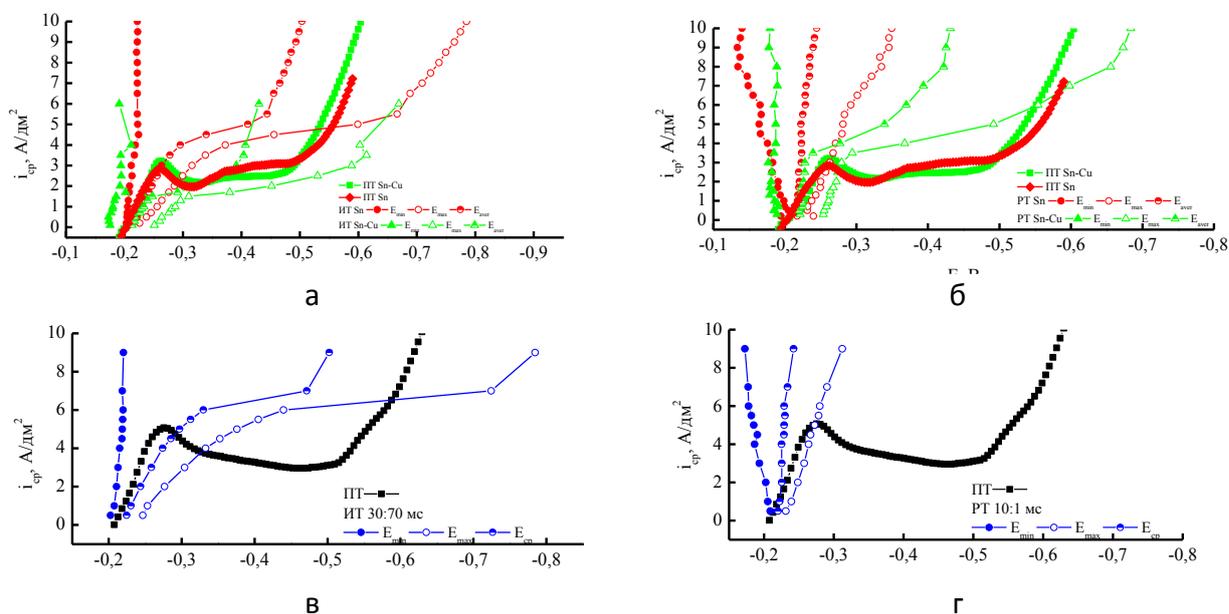


Рисунок 2 - Поляризационные кривые, полученные при различных условиях осаждения:
 а, б – электролиты Sn и Sn-Cu, в, г – электролит Sn-Cu-УДА

Импульсный электролиз активизирует электродные процессы и влияет на симметричность катодных и анодных процессов. При реверсированном токе сдвигается в сторону катодных процессов. Значение тока обмена увеличивается как для оловянных покрытий, так и для сплава олово-медь, но уменьшается для сплава олово-медь-УДА.

Таблица 1 - Кинетические характеристики процесса электроосаждения при различных режимах для сплавов: Sn и Sn-Cu

Условия электроосаждения	Постоянные Тафеля				Ток обмена, j_0 , А/см ²		Коэффициент переноса, α	
	Sn		Sn-Cu		Sn	Sn-Cu	Sn	Sn-Cu
	a	b	a	b	I_0	I_0	α	α
ПТ	0,200	0,133	0,097	0,048	0,086	0,016	0,300	0,630
ИТ, 30:70 мс	0,053	0,091	0,050	0,078	0,264	0,231	0,320	0,371
РТ, 10:1 мс	0,044	0,060	0,011	0,068	0,182	0,679	0,488	0,430

Таблица 2 - Кинетические характеристики процесса электроосаждения при различных режимах для сплава Sn-Cu-УДА

Условия электроосаждения	Постоянные Тафеля		Ток обмена, j_0 , А/см ²	Коэффициент переноса, α
	a	b		
ПТ	0,178	0,069	0,025	0,424
ИТ 30:70 мс с перемешиванием	0,196	0,068	0,012	0,431
РТ 10:1 мс с перемешиванием	0,126	0,045	0,016	0,648

Заключение. Установлено активирующее воздействие нестационарного электролиза на процесс формирования покрытий сплавами олово-медь и олово-медь-УДА.

Список литературы

1. Контактно-барьерные структуры субмикронной электроники / Достанко А.П., Бозуш Н.В., Бордусов С.В., Василевич В.П., Гульня Д.В., Збышинская М.Е., Ковальчук Н.С., Кузьмар И.И., Кушнер Л.К., Ланин В.Л., Мадвейко С.И., Петлицкий А.Н., Петухов И.Б., Соловьев Я.А., Телеш, Е.В., Тихон О.И. // под ред. А. П. Достанко и В.Л. Ланин. - Минск: Бестпринт, 2021. – 270 с.

UDC 621.357.7

KINETICS OF ELECTRODEPOSITION OF TIN-COPPER AND TIN-COPPER-UD ALLOY UNDER THE INFLUENCE OF PERIODIC CURRENTS

Gulpa D.Y.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kuzmar I.I. – PhD, associate professor of the department of ETT

Annotation. The influence of the parameters of non-stationary electrolysis on the mechanism of formation of tin-copper and tin-copper-ultrafine diamond alloys has been studied. Using a pulsed potentiostat-galvanostat ElinsP-45X, polarization curves of electrodeposition were obtained at direct current and under the influence of pulse-reversed currents. The kinetic characteristics of electrolysis have been calculated. The effect of the electrodeposition parameters on the cathode current yield (CTC) has been established.

Keywords: electrochemical coatings with alloys, tin-copper, tin-copper-ultrafine diamond, kinetics, non-stationary electrolysis

УДК 621.357.7

ВЛИЯНИЕ ЧАСТИЦ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО АЛМАЗА НА СТРУКТУРУ ПОЛИКОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Гульня Д.Ю., Зубаревич П.С.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Кузьмар И.И. – канд.техн.наук, доцент кафедры ЭТТ

Аннотация. Изучены особенности формирования поликомпозиционных никелевых покрытий и закономерности влияния частиц дисперсной фазы на структуру осадков.

Ключевые слова: электрохимические покрытия

Введение. Функциональные электрохимические покрытия активно применяются в промышленности для производства изделий с широким спектром эксплуатационных свойств. При этом композиционное электроосаждение является динамично развивающимся направлением для модификации поверхности изделий. Получаемые покрытия обладают рядом свойств, отличающих их от чистых металлов. Понимание механизма формирования покрытий позволит управлять структурой и свойствами осадков.

Основная часть. Процесс образования сплошного покрытия определяется свойствами и составом электролита, условиями электролиза, природой металла и частиц. Из сульфатного электролита никелирования, модифицированного частицами углерода разного размера, получены поликомпозиционные покрытия. Результаты исследования влияния дисперсной фазы представлены на рисунках 1-3 и в таблице 1. Полученные покрытия серые мелкокристаллические



Рисунок 1 – Влияние дисперсной фазы на структуру покрытий: а – электролит без дисперсной фазы, б – электролит с частицами углерода

В таблице 1 представлены амплитудные, пространственные и гибридные характеристики шероховатости поверхности, рассчитанные по линиям профилей № 1-3 (рисунке 2). Средняя шероховатость R_a поверхности покрытий для профиля № 1 меньше, чем для профиля № 3, что говорит об измельчении структуры. Для профиля № 1 коэффициент асимметрии в 2 раза выше, чем у образца № 3. Оба образца имеют $R_{sk} < 0$, что говорит об опорных свойствах поверхности. Поверхности с отрицательным коэффициентом асимметрии R_{sk} имеют четкие глубокие впадины в гладких плато. Мера эксцесса R_{ku} характеризует отклонение гистограммы от гауссовой формы, то есть ширину пиков или впадин. Для профилей № 1 и № 2 гистограмма имеет гауссову форму, т.е. $R_{ku} \approx 3$, а для профиля № 3 поверхности покрытия без УДА $R_{ku} > 3$ и характерны узкие пики или впадины. Максимальное значение высота пика шероховатости R_p у профиля № 3, а у профиля № 1 меньше в 1,5 раза.

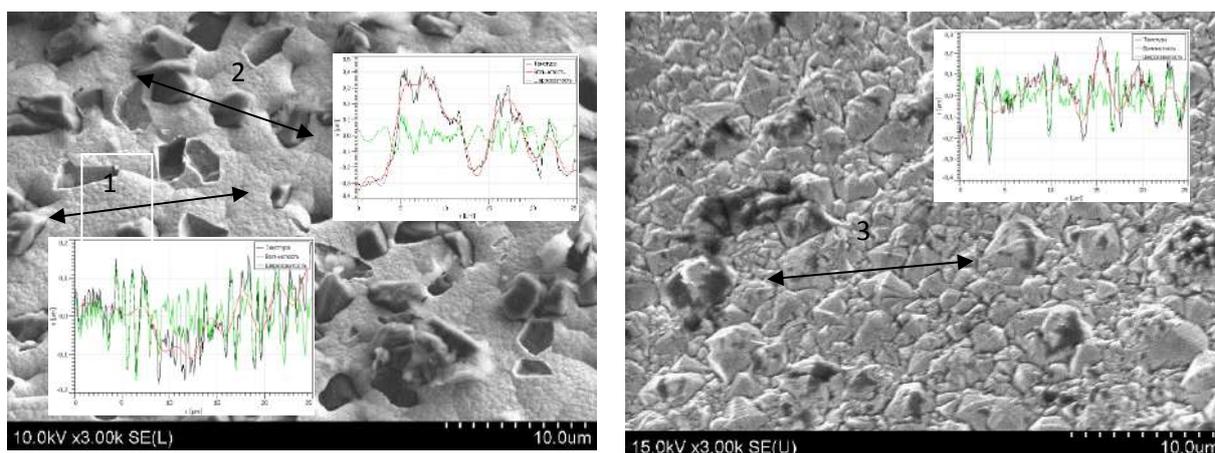


Рисунок 2 - РЭМ снимки поверхности с шероховатостью, волнистостью и текстурой профиля покрытий поликомпозиционных никелевых (а) и никелевых (б)

На рисунке 3 представлен РЭМ снимок разреза поверхности поликомпозиционного покрытия. Частицы равномерно занимают объем, выталкиваясь растущим покрытием от основания. Основываясь на анализе литературы [1-8] и экспериментальных исследованиях выделили три последовательные межфазные взаимодействия: матрица–частица, частица–среда, среда–матрица и четыре стадии процесса роста осадка.

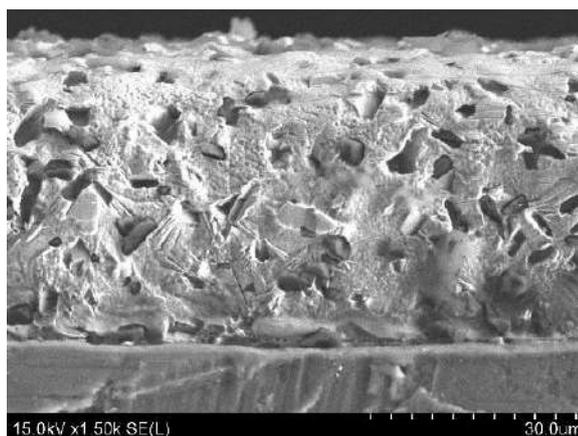


Рисунок 3 – РЭМ снимок разреза поликомпозиционного покрытие на основе никеля

Во-первых, подвод дисперсных частиц из объема суспензии в приэлектродный слой за счет перемешивания (естественного или искусственного), седиментации или электрофоретического переноса в диффузионном слое в результате создаваемых там высоких градиентов потенциалов.

Во-вторых, адгезия дисперсных частиц на катодной поверхности за счет сил электростатического притяжения, адгезионной связи с металлом, а также в результате попадания их в поры, капиллярные пустоты и микронеровности (углубления) поверхности электрода. Частица экранирует катод и способствует образованию на растущей поверхности углубления, которое в последствии заполняется металлом - матрицей.

В-третьих, гетероадагуляция (прилипание) частиц на катоде. На этой стадии происходит адсорбция ионов и полярных молекул, а также избирательная адсорбция и адгезия частиц дисперсной фазы поверхностью катода. На дисперсную частицу действуют силы отталкивания и притяжения. Прорыв расклинивающей прослойки под влиянием сил, прижимающих частицу к катоду, обеспечивает адгезионное взаимодействие и зарастание частицы осадком

В-четвертых, зарастание дисперсных частиц металлом. При этом на дисперсные частицы

действуют силы притяжения к поверхности (молекулярные, электрические, осмотические, гидрофобного взаимодействия) и силы отталкивания (электростатические, структурная составляющая расклинивающего давления). Частицы проводников, на которых возможно катодное выделение металла, обволакиваются основным металлом по всей поверхности частицы. Надо отметить, что между частицей и катодной поверхностью образуется расклинивающая прослойка жидкости. Начиная с расстояния 0,01-1 мкм от катода, возникает расклинивающее давление жидкой прослойки, толщина которой тем больше, чем меньше размер частицы и уменьшается с ростом катодной поляризации и при разбавлении электролита. Это способствует увеличению вероятности образования покрытий. Высокое содержание включений в начальных слоях можно объяснить способностью пакетов роста металла разрывать расклинивающую плёнку. При совместном выделении металла и водорода, вблизи растущих водородных пузырьков образуются микровихры, которые заносят частицы в эту область, обогащая дисперсной фазой. Частицы впоследствии зарастаются матрицей. Процесс образования пузырьков стохастический, что способствует статистически равномерному включению частиц в осадок. Дисперсные частицы становятся участниками процесса электрокристаллизации, причем, чем мельче частицы, тем легче образуется композиционное покрытие. Находясь в непосредственной близости от катода (на расстоянии 0,5-0,6 размера частицы) частица экранирует поверхность электрода. Условия питания растущих граней изменяются, что приводит к образованию углубления под частицей, в которое она постепенно опускается и зарастает осадком.

Таблица 1 – Амплитудные, пространственные и гибридные характеристики поверхности покрытий

Параметры шероховатость	Условия электроосаждения		
	с УДА		без УДА
	профиль №1	профиль №2	профиль № 3
Средняя шероховатость (Ra), нм	44,113	41,987	58,836
Среднеквадратичная шероховатость (Rq), нм	55,683	51,983	75,976
Максимальная высота шероховатости (Rt), нм	298,620	286,981	470,111
Максимальная глубина впадины шероховатости (Rv), нм:	169,328	157,686	263,388
Максимальная высота пика шероховатости (Rp), нм	129,292	129,295	206,723
Средн. максимальная высота шероховатости (Rtm), нм	233,356	217,428	322,694
Средн. максим. глубина долины шероховатости (Rvm), нм	118,956	113,486	176,004
Средн. максим. высота пика шероховатости (Rpm), нм	114,401	103,942	146,690
Средн. отношение высоты третьего по высоте пика к глубине третьей по глубине впадины ($R3z$), нм	256,815	209,137	326,874
Среднее отношение высоты третьего по высоте пика к глубине третьей по глубине впадины ($R3z ISO$), нм	147,385	142,897	188,308
Средняя максимальная высота профиля (Rz), нм	259,315	223,347	366,442
Средняя максимальная высота шероховатости ($Rz ISO$), нм	233,356	217,428	322,694
Максимальная шероховатость от пика до впадины ($Ry = Rmax$), нм	278,111	267,257	402,197
Коэффициент асимметрии (Rsk)	-0,197	-0,239	-0,382
Эксцесс (Rku)	2,928	2,81844	3,47670
Средняя волнистость (Wa), нм	45,391	189,986	67,4978
Среднеквадратичная волнистость (Wq), нм	56,100	215,474	84,9431
Максимальная высота волнистости ($Wy = Wmax$), нм	252,795	715,082	457,019
Максимальная высота профиля (Pt), нм	367,599	754,909	599,861
Среднее расстояние между неровностями профиля (Sm), нм	756,358	1191,06	925,648
Средняя длина волны профиля (λa), нм	806,294	1236,41	900,219
Среднеквадратичная длина волны профиля (λq), нм	803,925	1118,84	913,847
Средний по модулю наклон (Δa)	0,344	0,213	0,411
Среднеквадратичный наклон (Δq)	0,435	0,292	0,522
Длина (L), мкм	24,960	25,012	24,993
Длина растянутого профиля (L), мкм	27,080	26,0021	27,919
Относительная длина профиля (lr)	1,084	1,040	1,117

Заключение. Установлено влияние частиц алмаза на состав и механизм роста поликомпозиционных покрытий.

Список литературы

1. Сайфуллин Р.С. Неорганические композиционные материалы. - М: Химия, 1983. - 304 с.
2. Антропов Л.И., Лебединский Ю. Н. Композиционные электрохимические покрытия и материалы. – Киев: Техніка, 1986. – 200 с.
3. Гурьянов Г.В. Электроосаждение износостойких композиций. - Кишинёв: Штиинца, 1985. - 238 с.
4. Бородин И.Н. Порошковая гальванотехника. - М.: Машиностроение, 1990. – 240 с.
5. Гурьянов Г.В. Закономерности осаждения композиционных электрохимических покрытий из электролитов-суспензий // Электронная обработка материалов. - 1982. - № 4. - С. 28-33.
6. Быкова М.И. О механизме осаждения, структуре и свойствах композиционных электрохимических покрытий на основе никеля // II РК по электрохимии: Материалы респ. конф. – Киев: Наукова думка, 1978. - С. 239-243.
7. Хмель А.А. Формирование тонкопленочных систем металлизации в нестационарных условиях электролиза: Дисс. ... д-ра. техн. наук: 05.27.16. – БГУИР, Минск. - 2001. - 405 с.
8. Кузьмар И.И. Формирование серебряных покрытий с упрочняющей фазой из ультрадисперсных алмазов: Дисс. на соиск. уч. степ. к-та. техн. наук: 02.15.03. – БГУИР, Минск. - 2003. - 160 с

UDC 621.357.7

EFFECT OF ULTRAFINED DIAMOND PARTICLES ON THE STRUCTURE OF POLYCOMPOSITE COATINGS

Gulpa D.Y., Zubarevich P.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kuzmar I.I. – PhD, associate professor of the department of ETT

Annotation. The features of the formation of polycomposite nickel coatings and the regularities of the influence of particles of the dispersed phase on the structure of deposits were studied.

Keywords: electrochemical coatings

УДК 621.793.184

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИОННОГО ПУЧКА НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОНКИХ ПЛЕНОК МЕДИ

Гутенко Н.Д.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Телеш Е.В. – старший преподаватель кафедры ЭТТ

Аннотация. Экспериментально исследовано влияние параметров ионных пучков на электрофизические характеристики тонких пленок меди. Установлено, что удельное объемное сопротивление практически не зависело от величины ионного тока и энергии ионов и находилось в пределах $(0,8-1,6) \cdot 10^{-7} \text{ Ом} \cdot \text{м}$. При токе пучка 25 мкА температурный коэффициент сопротивления был отрицательным и составлял $9,2 \cdot 10^{-4} \text{ К}^{-1}$. При более высоких токах ионного пучка он имел положительный знак, слабо зависел от U_a и находился в диапазоне $(6,2-17,0) \cdot 10^{-4} \text{ К}^{-1}$.

Ключевые слова: ионные пучки, тонкие пленки меди, электрофизические характеристики

Введение. Недостатки известных методов получения покрытий на основе металлов для изделий оптики, оптоэлектроники микро- и нанoeлектроники связаны с ограниченными возможностями управления энергией осаждаемых частиц, переносом вещества к подложке по закону «косинуса» и трудностями контроля количества осаждаемого вещества. Энергия осаждаемых на подложку атомов вещества при термическом, ионном распылении и пиролитическом осаждении составляет 0,01–5 эВ, что не позволяет получать тонкопленочные покрытия с высокой адгезией и требуемой микроструктурой при низких до 323–423 К температурах подложки. Весьма перспективным методом является синтез пленок непосредственно из пучков ионов [1]. Возможность управления энергией осаждаемых ионов позволяет изменять адгезию пленок к подложке, структуру и состав растущей пленки, а следовательно, и ее свойства. Тонкие медные пленки находят применение в качестве электродов в гибких ЖК дисплеях, сенсорных экранах [2]. Перспективным направлением является также замена серебряных низкоэмиссионных слоев на медные в архитектурных стеклах и полимерных покрытиях [3]. Тонкие пленки меди толщиной около 85 нм были получены на подложках при комнатной температуре методом частично ионизованного лучевого осаждения (PIBD) с энергией ионов 3 кэВ [4]. Было исследовано влияние ускоряющего напряжения (U_a) от 0 до 4 кВ на такие свойства, как кристалличность, шероховатость поверхности, удельное объемное сопротивление и т. д.

Целью настоящей работы является исследования влияния параметров ионных пучков меди на удельное объемное сопротивление и температурный коэффициент сопротивления.

Основная часть. Исследования осуществляли с использованием ускорителя с анодным слоем, работающего в режиме ионно-пучкового фокуса. Схема проведения экспериментов представлена на рисунке 1, а. Перед нанесением покрытий проводилось измерение тока вторичного ионного пучка зондовым методом. Толщину покрытий измеряли с использованием микроскопа-микроинтерферометра МИИ-4. Удельное поверхностное сопротивление измерялось с применением прибора ИУС-3. Энергия ионов вторичного пучка зависела от ускоряющего напряжения на аноде ионного источника U_a . Покрытия наносили на подложки из кремния. Установлено, что скорость нанесения линейно зависела от мощности вторичного ионного пучка (рис.1, б).

Исследовано влияние величины тока ионного пучка при $U_a = 2,5 \text{ кВ}$ на удельное объемное сопротивление пленок меди. Удельное объемное сопротивление ρ_v практически не зависело от величины ионного тока пучка и находилось в пределах $(1,08-1,35) \cdot 10^{-7} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ (рис.2, а). Зависимость сопротивления от температуры представлена на рисунке 2, б. При токе пучка 25 мкА температурный коэффициент сопротивления (ТКС) был отрицательным и

составлял $9,2 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$. Толщина пленки меди не превышала 5 нм, т.е механизм токопереноса имел туннельный характер.

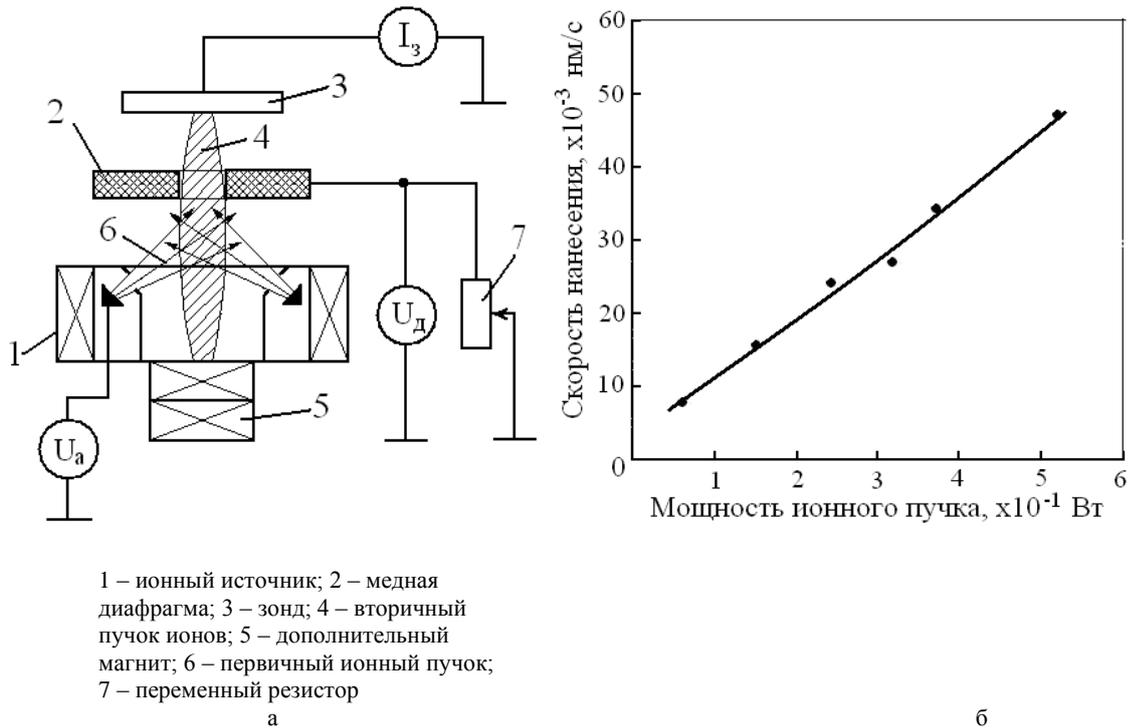


Рисунок 1 – Схема проведения экспериментов (а) и зависимость скорости нанесения от мощности вторичного ионного пучка (б)

При токе пучка 60 мкА и толщине пленки 20 нм. ТКС также имел отрицательные значения. Это можно объяснить наличием оксидных и нитридных слоев на поверхности зерен меди из-за низкой скорости нанесения и, соответственно, туннелированием электронов через диэлектрический барьер. При более высоких токах ионного пучка ТКС имел положительный знак.

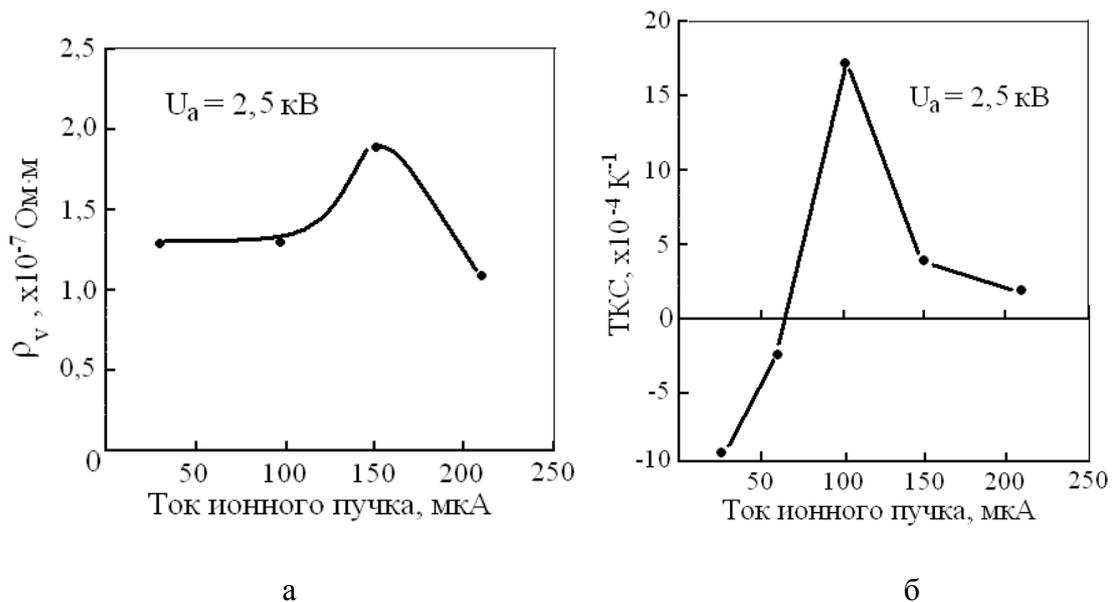


Рисунок 2 – Зависимости удельного объемного сопротивления (а) и температурного коэффициента сопротивления (б) от величины тока вторичного ионного пучка

На рисунке 3 представлена зависимость удельного объемного сопротивления от ускоряющего анодного напряжения при токе ионного пучка 100 мкА. Установлено, что ρ_v находилось в диапазоне $(0,8-1,6) \cdot 10^{-7} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ и практически не зависело от величины U_a .

Температурный коэффициент сопротивления имел положительный знак, также слабо зависел от U_a и находился в диапазоне $(6,2-17,0) \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$.

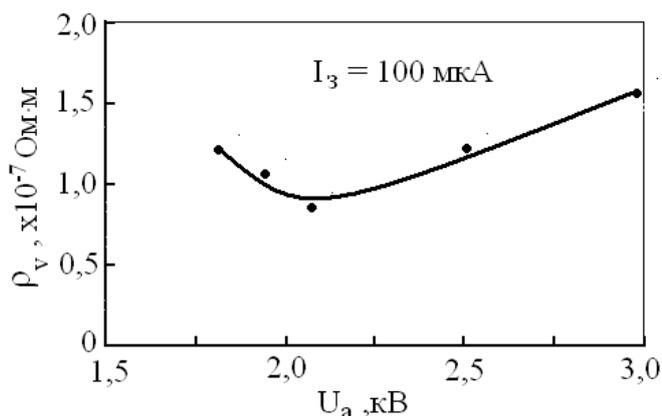


Рисунок 3 – Зависимость удельного объемного сопротивления от величины ускоряющего анодного напряжения

Заключение. Установлено, что скорость нанесения линейно зависела от мощности вторичного ионного пучка. Удельное объемное сопротивление практически не зависело от величины ионного тока и энергии ионов и находилось в пределах $(0,8-1,6) \cdot 10^{-7} \text{ Ом}\cdot\text{м}$. Температурный коэффициент сопротивления пленок меди менял свой знак с отрицательного на положительный при толщине плёнок более 20 нм.

Список литературы

1. Телеш, Е.В. Применение вторичного разряда в ускорителе с анодным слоем для формирования оптических покрытий из диоксида кремния. / Е.В. Телеш, А.П. Достанко. Контенант, 2014. – т.13. – №2. – С.31–33.
2. Kim, D.-J. Indium-free, highly transparent, flexible $\text{Cu}_2\text{O}/\text{Cu}/\text{Cu}_2\text{O}$ mesh electrodes for flexible touch screen panels/ D.-J. Kim et al. //Sci. Rep.–2012.– V.5, 16838; doi: 10.1038/srep16838.
3. Zakharov, A.N. Properties of low-emission coatings based on Ag and Cu deposited on polymer film by magnetron sputtering /A.N. Zakharov et al. //Inorganic Materials: Applied Research.– 2012.–V.3.– №5. – P. 433–439.
4. Jang , H. G. Thermal Stability of Cu Films on Tin/Ti/Si(100) by Partially Ionized Beam Deposition /H. G. Jang et al. // MRS Online Proceeding Library Archive438. – 2012.

UDC 621.793.184

EFFECT OF ION BEAM PARAMETERS ON THE ELECTROPHYSICAL CHARACTERISTICS OF THIN COPPER FILMS

Gutenko N.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Telesh E.V. – senior lecturer of the Department of ETT

Annotation. The influence of the parameters of ion beams on the electrophysical characteristics of thin copper films has been experimentally studied. It was found that the specific volume resistance was practically independent of the ion current and ion energy and was within the range $(0.8-1.6) \cdot 10^{-7} \text{ Ohm}\cdot\text{m}$. At a beam current of $25 \mu\text{A}$, the temperature coefficient of resistance was negative and amounted to $9.2 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$. At higher ion beam currents, it had a positive sign, weakly depended on U_a , and was in the range $(6.2-17.0) \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$.

Keywords: ion beams, copper thin films, electrophysical characteristics

ВЫСОКОВАКУУМНОЕ РЕАКТИВНОЕ МАГНЕТРОННОЕ НАНЕСЕНИЕ ПЛЕНОК ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

Доан Х.Т.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Голосов Д.А. – канд. тех. наук, доцент, доцент кафедры ЭТТ

Аннотация. Проведены исследования процессов нанесения пленок оксида алюминия при высоковакуумном импульсном реактивном магнетронном распылении Al мишени в Ar/O₂ смеси газов. Установлены зависимости напряжения разряда магнетрона, скорости нанесения и электрофизических характеристик пленок оксида алюминия от концентрации кислорода в Ar/O₂ смеси газов. Показано, что при высоковакуумном реактивном распылении Al мишени на зависимости напряжения разряда от концентрации кислорода в камере отсутствует гистерезис. Пленки оксида алюминия с высоким оптическим пропусканием ($T > 85\%$), диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 5 - 8$, тангенсом угла диэлектрических потерь $tg\varphi = 0.06 - 0.07$ на частоте 1.0 МГц и напряженностью электрического поля пробоя $(4.0 - 7.0) \times 10^8$ В/м формируются в реактивном режиме работы системы при концентрациях кислорода в Ar/O₂ смеси газов более 16.7 %. В этой области скорость нанесения пленок имеет низкие значения.

Ключевые слова. Диэлектрики с высокой диэлектрической проницаемостью, подзатворный диэлектрик, оксид алюминия, высоковакуумное реактивное магнетронное распыление.

Введение. В последнее время все чаще при создании изделий микроэлектроники применяются полупроводники группы $A^{III}B^V$ (GaAs, GaP, InP и др.) [1]. Такие полупроводники по своим электрическим характеристикам превосходят кремний, имеют более высокую подвижность электронов, большую ширину запрещенной зоны [2]. Одной из проблем использования полупроводников $A^{III}B^V$ при изготовлении изделий микроэлектроники является неудовлетворительные диэлектрические свойства собственных оксидов этих соединений. Альтернативой собственным оксидам в данном случае выступают диэлектрические слои на основе оксидов некоторых металлов. Одним из таких материалов является оксид алюминия. Оксид алюминия (Al_2O_3) имеет более высокие по сравнению с SiO_2 значения диэлектрической проницаемости ($\varepsilon = 7 - 10$) [3], самую большую (после SiO_2) ширину запрещенной зоны ($E_g = 8.9$ эВ), высокие значения напряженности поля пробоя ($5 - 10$ МВ/м) [4], высокую температурную стабильность (кристаллизуется при температурах более 900 °С) [5]. Однако формирование слоев оксида алюминия на полупроводниках $A^{III}B^V$ является достаточно трудной задачей. В первую очередь это связано со сложностью получения сверхтонких слоев с требуемыми свойствами и качественными границами раздела диэлектрик – полупроводник. Эта проблема в первую очередь связана с методами формирования диэлектрических пленок. Для нанесения таких слоев необходимо использовать методы, обеспечивающие нанесение пленок при низких температурах и минимальном энергетическом воздействии на растущую пленку. Среди таких методов следует выделить метод реактивного магнетронного распыления. Метод позволяет наносить многокомпонентные тонкие пленки высокого качества с управляемым стехиометрическим составом на большие площади [6]. Таким образом, целью работы являлось исследование процессов нанесения тонких пленок оксида алюминия при высоковакуумном импульсном реактивном магнетронном распылении Al мишени в Ar/O₂ смеси газов и влияния параметров процесса распыления на электрофизические характеристики наносимых пленок.

1. Эксперимент. Нанесение пленок оксида алюминия производилось методом высоковакуумного импульсного реактивного магнетронного распыления на установке магнетронного нанесения тонких пленок FERO-001. Схема экспериментальной установки представлена на рисунке 1. Установка выполнена на базе вакуумного поста ВУ-1Б. Камера

вакуумной установки оборудована магнетронной распылительной системой МАРС.011-80 с мишенью \varnothing 80 мм, ионным источником на основе торцевого холловского ускорителя ЕНРМ.100.005 и вращаемым подложкодержателем.

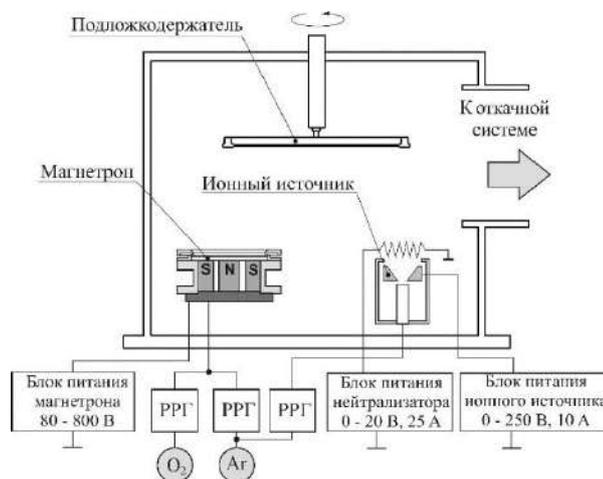


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки магнетронного нанесения тонких пленок

В качестве мишеней использовался диск из *Al* (99.999 % чистоты) \varnothing 80 мм и толщиной 6 мм. Для питания магнетрона использовался источник питания *APEL-M-5PDC-800A-2* мощностью 5.0 кВт. Пленки наносились на подложки из высоколегированного кремния *n*-типа *Si*(100) и оптического кварца. В ходе экспериментов подложки устанавливались на подложкодержатель. Подложкодержатель располагался на расстоянии 120 мм от поверхности мишени. Смещение оси подложкодержателя относительно оси магнетрона составляло 100 мм. Камера вакуумной установки откачивалась до остаточного давления 10^{-3} Па и производилась ионная очистка подложек. Для этого в ионный источник подавался *Ar*. Поток аргона составлял $Q_{Ar} = 20$ мл/мин. Время очистки, напряжение и ток разряда во всех экспериментах были постоянными и составляли $t = 2$ мин, $U_d = 90$ В, $I_d = 6.0$ А, соответственно. Затем производилась очистка мишени от загрязнений. Для этого подложка отводилась от зоны нанесения. В газораспределительную систему магнетрона подавался *Ar* ($Q_{Ar} = 60$ мл/мин) и производилось включение магнетрона. В процессе очистки мишени ток разряда составлял $I_t = 1.5$ А. Время очистки 2 мин. Затем производилось нанесение пленок оксида алюминия. Для этого подложка подводилась в зону нанесения. В газораспределительную систему магнетрона подавалась смесь *Ar/O₂* рабочих газов. В ходе экспериментов содержание кислорода в камере (Γ_{O_2}) изменялось от 0 до 40 % при общем расходе 60 мл/мин. При этом давление в камере составляло 0.08 Па. Во всех экспериментах использовался режим стабилизации тока разряда магнетрона $I_t = 1.5$ А (частота следования импульсов $F = 10$ кГц, коэффициент заполнения $D = 80$ %). Толщина нанесенных пленок составляла около 100 нм и регулировалось временем нанесения. Толщина нанесенных пленок определялась на оптическом интерферометрическом профилометре ПОИ-08. Диэлектрические характеристики пленок измерялись на тестовых МДП структурах. Для этого на пленку оксида алюминия методом ионно-лучевого распыления через маску наносился верхний *Ni* электрод. Площадь верхней обкладки конденсаторов составляла 0,096 мм². Измерения емкости и тангенса угла диэлектрических потерь производились с использованием измерителя иммитанса *E7-20* на частотах 25 – 10^6 Гц. Значения диэлектрической проницаемости рассчитывались исходя из толщины диэлектрического слоя и емкости конденсаторной структуры. Напряжение пробоя исследовалось на характеристикографе транзисторов *TR-4805* при ограничении тока 100 мкА. Напряженность поля пробоя рассчитывалась исходя из напряжения пробоя и толщины слоя диэлектрика. Спектры пропускания в диапазоне 190 – 900 нм получены с помощью спектрофотометра Проскан МС-121.

2. Результаты. Проведены исследования зависимостей напряжения разряда и скорости нанесения пленок оксида алюминия от концентрации кислорода Ar/O_2 рабочих газов при высоковакуумном импульсном реактивном магнетронном распылении Al мишени. На рисунке 2а представлена зависимость напряжения разряда от концентрации кислорода в Ar/O_2 смеси газов при увеличении и уменьшении Γ_{O_2} . Зависимость получена в режиме стабилизации тока разряда $I_t = 1.5$ А. Как видно из рисунка при высоковакуумном реактивном распылении Al мишени гистерезис напряжения разряда, характерный для таких процессов, отсутствовал. Это связано с более низким парциальным давлением кислорода в камере, и как следствие уменьшением процессов "отравления" поверхности мишени. При распылении Al мишени в среде Ar напряжение разряда U_t составляло 345 В. При добавке O_2 напряжение разряда увеличивалось и достигало максимума $U_t = 366$ В при $\Gamma_{O_2} = 8$ %. При дальнейшем увеличении концентрации O_2 напряжение разряда резко снижалось до 268 В при $\Gamma_{O_2} = 16.67$ % и далее практически не зависело от Γ_{O_2} . Использование униполярного импульсного питания магнетрона ($F = 10$ кГц, $D = 80$ %) позволило устойчиво работать магнетрону при концентрациях кислорода до 60 %. При больших Γ_{O_2} разряд магнетрона становился неустойчивым из-за формирования микродуг на поверхности мишени.

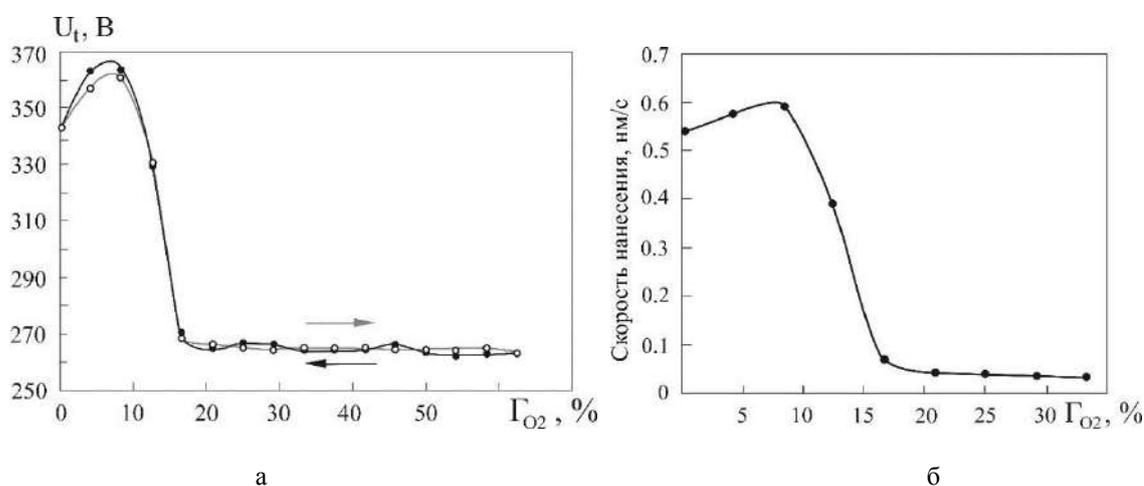


Рисунок 2 – Зависимости напряжения разряда магнетрона (а) и скорости нанесения пленок оксида алюминия (б) от концентрации кислорода в Ar/O_2 смеси газов при распылении Al мишени ($I_t = 1.5$ А)

Зависимость скорости нанесения пленок оксида алюминия от концентрации кислорода в Ar/O_2 смеси газов имела сходный характер (рисунок 2 б). При распылении в среде Ar скорость нанесения составляла 0.54 нм/с. При добавке O_2 скорость нанесения увеличивалась и достигала максимума 0.6 нм/с при $\Gamma_{O_2} = 8$ % и далее резко уменьшалась до 0.07 нм/с при $\Gamma_{O_2} = 16.67$ %. При дальнейшем увеличении концентрации O_2 скорость нанесения составляла около 0.026 нм/с и не зависела от Γ_{O_2} . Снижение напряжения разряда и скорости нанесения пленок при увеличении концентрации кислорода связаны с формированием на поверхности мишени тонкой пленки оксида алюминия. Коэффициент ионно-электронной эмиссии (КИЭЭ) оксида алюминия больше чем у чистого алюминия. Это приводит к увеличению вторичной эмиссии электронов и, как следствие, увеличению проводимости разряда. Снижение скорости нанесения является следствием уменьшения коэффициента распыления.

Также проведены исследования влияния параметров процесса реактивного распыления на электрофизические характеристики наносимых пленок оксида алюминия. На рисунке 3 представлены частотные зависимости диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь пленок оксида алюминия, нанесенных при различной концентрации кислорода в Ar/O_2 смеси газов. Как видно из рисунка, нанесенные пленки оксида алюминия обладали сильной частотной дисперсией. При увеличении частоты диэлектрическая проницаемость пленок монотонно снижалась. Особенно этот эффект наблюдался для пленок, нанесенных при низких концентрациях кислорода, где при увеличении частоты с 25 Гц до 1.0 МГц диэлектрическая проницаемость снижалась практически в два раза. Наблюдаемое

монотонное уменьшение диэлектрической проницаемости пленок оксида алюминия свидетельствует о релаксационной дисперсии [7]. Тангенс угла диэлектрических потерь на высоких частотах увеличивался. При увеличении концентрации кислорода в Ar/O_2 рабочих газов происходило снижение диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь (рисунок 4). При концентрациях кислорода более 16.7 % получены пленки оксида алюминия с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 5 - 8$ и тангенсом угла диэлектрических потерь $tg\varphi = 0.06 - 0.07$ на частоте 1.0 МГц. Напряженность электрического поля пробоя (рисунок 5) при увеличении концентрации кислорода линейно увеличивалась с 10^8 В/м при $\Gamma_{O_2} = 7.5$ % до 7×10^8 при $\Gamma_{O_2} = 25$ % и далее не зависела от Γ_{O_2} .

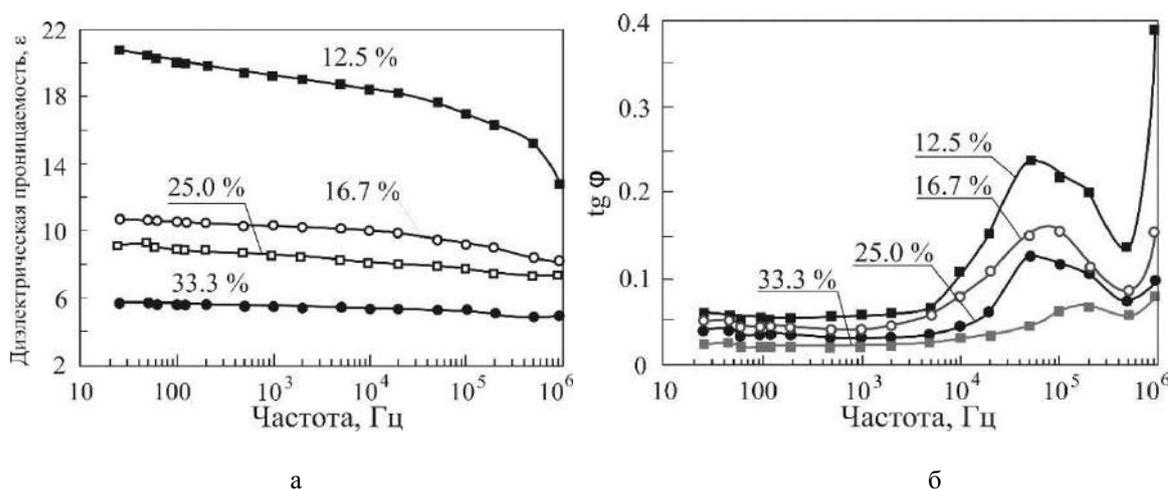


Рисунок 3 – Частотные зависимости диэлектрической проницаемости (а) и тангенса угла диэлектрических потерь (б) пленок оксида алюминия, нанесенных при различной концентрации кислорода в Ar/O_2 смеси газов

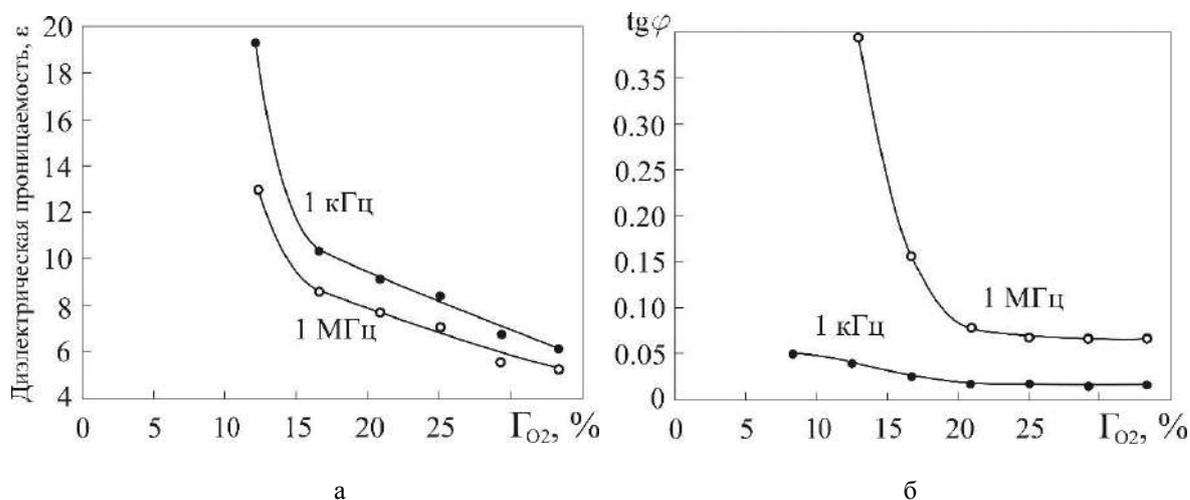


Рисунок 4 – Зависимости диэлектрической проницаемости (а) и тангенса угла диэлектрических потерь (б) пленок оксида алюминия от концентрации кислорода в Ar/O_2 смеси газов

Для анализа ширины запрещенной зоны были получены спектры оптического пропускания пленок оксида алюминия (рисунок 6). Установлено, что пленки, нанесенные при концентрации кислорода менее 15 %, имели высокое оптическое поглощение. При увеличении концентрации кислорода в Ar/O_2 смеси газов оптическое пропускание пленок увеличивалось, и при Γ_{O_2} более 25 % пленки имели высокое пропускание во всем диапазоне длин волн. Средний коэффициент пропускания составлял около 88 %. В коротковолновой области спектра на длине волны 190 нм пропускание достигало 50 – 60 %. Низкое поглощение пленок в коротковолновой области спектра не позволило определить ширину запрещенной зоны по краю полосы поглощения.

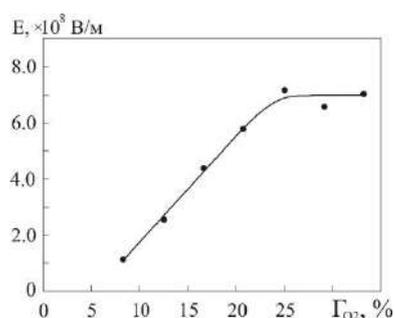


Рисунок 5 – Зависимость напряженности поля пробоя пленок оксида алюминия от концентрации кислорода в Ar/O₂ смеси газов

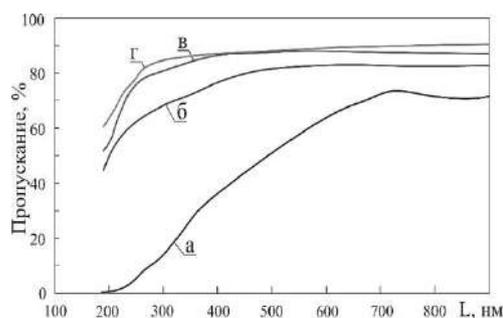


Рисунок 6 – Спектры оптического пропускания пленок оксида алюминия, нанесенных при различной концентрации кислорода в Ar/O₂ смеси газов: а – 12.5 %, б – 16.7 %, в – 25.0 %, г – 33.3 %

Заключение. Проведены исследования электрофизических характеристик пленок оксида алюминия, нанесенных методом высоковакуумного импульсного реактивного магнетронного распыления. Установлено, что при высоковакуумном распылении Al мишени в среде Ar/O₂ рабочих газов на зависимости напряжения разряда от Γ_{O_2} отсутствует гистерезис. Пленки оксида алюминия с высоким оптическим пропусканием, диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 5 - 8$, тангенсом угла диэлектрических потерь $tg\varphi = 0.06 - 0.07$ на частоте 1.0 МГц и напряженностью электрического поля пробоя $(4.0 - 7.0) \times 10^8$ В/м формируются в реактивном режиме работы системы распыления при концентрациях кислорода более 16.7 %. В этой области скорость нанесения пленок имеет низкие значения.

Список литературы

1. Seredin P.V., Glotov A.V., Domashevskaya E.P., Arsentyev I.N., Vinokurov D.A., Tarasov I.S. // *Appl. Surf. Sci.* – 2013. – Vol. 267. – p. 181.
2. Середин П.В., Домашевская Э.П., Арсентьев И.Н., Винокуров Д.А., Станкевич А.Л., Пруцкий Т. // *ФТП.* – 2013. – Vol. 47 (1). p. 3.
3. Presence and origin of interface charges at atomic-layer deposited Al₂O₃/III-nitride heterojunctions / S. Ganguly [et al.] // *Appl. Phys. Lett.* – 2011. – Vol. 99. – P. 193504.
4. GaAs metal-oxide-semiconductor field effect transistor with nanometer-thin dielectric grown by atomic layer deposition / P.D. Ye [et al.] // *Appl. Phys. Lett.* – 2003. – Vol. 83, № 1. – P. 180–182.
5. Crystallization behavior of thin ALD-Al₂O₃ films / S. Jakschik [et al.] // *Thin Solid Films.* – 2003. – Vol. 425. – P. 216–220.
6. Xuan Y., Wu Y.Q., Lin H.C., Shen T., Peide D. Ye. // *IEEE Electron. Dev. Lett.* – 2008. – Vol. 28. – p. 935.
7. Пасынков, В. В. *Материалы электронной техники* / В.В. Пасынков, В.С. Сорокин. – М.: Высшая школа, 1986. – 368 с.

UDC 621.3.049.77: 621.793

LOW-PRESSURE REACTIVE MAGNETRON DEPOSITION OF ALUMINUM OXIDE FILMS

Doan T.H.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Golosov D.A. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICT

Annotation. The processes of deposition of aluminum oxide films under low-pressure pulsed reactive magnetron sputtering of an Al target in an Ar/O₂ gas mixture have been studied. The dependences of the magnetron discharge voltage, deposition rate, and electrophysical properties of aluminum oxide films on the oxygen concentration in the Ar/O₂ gas mixture are established. It is shown that there is no hysteresis in the dependence of the discharge voltage on the oxygen concentration under low-pressure reactive Al sputtering of the target. Aluminum oxide films with high optical transmission, dielectric constant $\epsilon = 5 - 8$, dielectric loss tangent $tg\varphi = 0.06 - 0.07$ at a frequency of 1.0 MHz and breakdown electric field strength $(4.0 - 7.0) \times 10^8$ V/m are deposited in the reactive mode of the sputtering system at oxygen concentrations in the Ar/O₂ gas mixture of more than 16.7%. In this region, the rate of film deposition is low.

Keywords: High-k dielectrics, gate dielectric, alumina, low-pressure reactive magnetron sputtering.

УДК 621.3.049.77–048.24:537.2

МОДИФИКАЦИЯ ПАЯЛЬНЫХ ПАСТ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОЧАСТИЦАМИ

Дерман А.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Ланин В.Л. – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры ЭТТ

Аннотация. Модификация состава бессвинцового припоя достигнута с помощью введения углеродных нанотрубок в припой под воздействием ультразвуковых колебаний. Наличие углеродных нанотрубок (УНТ) в составе припоя повышает прочность соединений, так как они обладают уникальным комплексом свойств. В результате исследования получены зависимости прочности соединения и растекаемости от процентного содержания УНТ в пасте. Проведено моделирование ультразвуковых эффектов в бессвинцовом припое при перемешивании с УНТ, в ходе которого получены графики.

Ключевые слова: углеродные нанотрубки, бессвинцовый припой, индукционная пайка, ультразвук

Введение. Повышение качества соединения является одной из важнейших задач современного производства. При отказе от свинецсодержащего припоя и переходе на бессвинцовые припои необходимо избежать резкого увеличения количества дефектов паяных соединений. Применение бессвинцовых припоев приводит к изменению технологии пайки, потребуется корректировка режимов пайки и доработка технологического оборудования.

Основная часть. Паяльные пасты являются основным материалом для пайки электронных модулей оплавлением (инфракрасная, в парогазовой фазе, конвекционная пайка, лазерная). Паяльные пасты представляют собой однородную смесь частиц (гранул) припоя с флюсом и гелеобразующими веществами. В технологии поверхностного монтажа паяльная паста служит не только материалом для пайки, но и технологическим клеем, что позволяет в целом ряде случаев исключить нанесение клея с последующим его отверждением. [1]

Углеродные нанотрубки (УНТ) обладают уникальным комплексом свойств [2]. Нанотрубки в 50–100 прочнее стали и имеют в 6 раз меньшую плотность. Модуль Юнга у нанотрубок вдвое выше, чем у обычных углеродных волокон. Нанотрубки не только прочны, но гибки, так как перестраиваются под действием механических напряжений. Однако реализация таких уникальных свойств возможна при переходе от индивидуальных УНТ к макроскопическим объектам на их основе [3].

В ходе экспериментального исследования использовалась паста *Lead Free Solder Koki* (217°C) *Korea CO., LTD*, в качестве модифицирующей добавки в паяльную пасту использовался углеродный наноматериал «Арт-нано» (ТУ ВУ 690654033.001-2011), производимый на ООО «Передовые исследования и технологии» (г. Минск) по технологии пиролизного разложения сжиженного газа. Материал представляет собой смесь углеродных нанотрубок среднего диаметра 30–40 нм и длиной 0.5–1.5 мкм. Перед введением в пасту сырой материал подвергался комплексной обработке в шаровой мельнице, центрифугированию, функционализации. На рисунке 1 показана фотография с просвечивающего (ПЭМ) электронного микроскоп обработанного углеродного материала. Дисперсионный состав материала анализировался на лазерном измерителе диаметра частиц *ANALIZETTE* – 22.

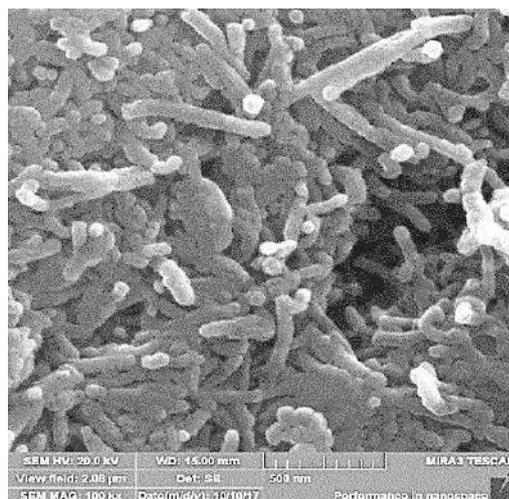


Рисунок 1 – ПЭВ фотография углеродного материала

Для испытаний модифицированных составов паст были выполнены паяные соединения внахлест типа IV в соответствии с ГОСТ 82280-90 при температуре пайки 240 ± 5 °C (рисунок 2).

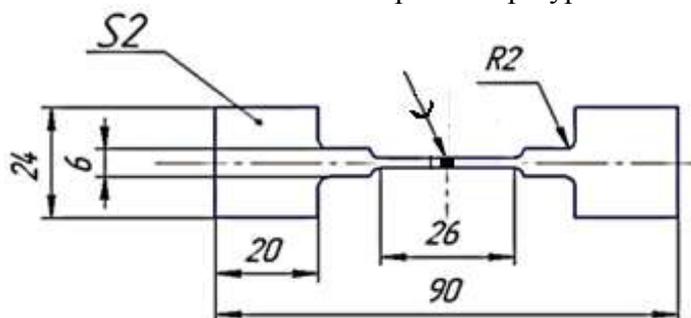


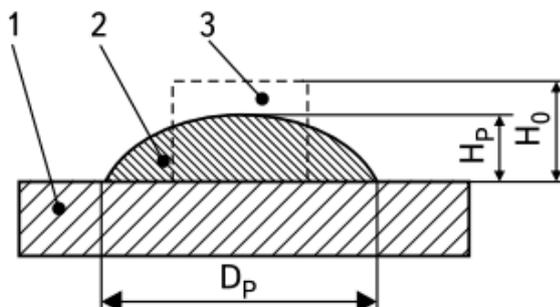
Рисунок 2 – Конструкция образцов для испытаний паяных соединений на прочность

Образцы, изготовленные из латунной ленты Л62 толщиной 0,7 мм, паялись индукционным нагревом на частоте 22,72 кГц в течение 70 с. Контроль прочности паяных соединений проводился с помощью разрывной машины НПЦ-13.04.5 Экспериментальные данные по прочности паяных соединений отображены в таблице 1.

Таблица 1 – Полученные данные прочности паяных соединений

Содержание УНТ, % в пасте	Усилие разрыва, Н	Среднее значение усилия, Н	Среднее значение прочности соединений, МПа
-	710, 720, 740	723,33	34,44
0,002	780, 820, 830	810,00	36,82
0,005 полидисперсная	760, 820, 840	806,67	36,67
0,005 мелкодисперсная	780, 830, 850	820,00	37,27
0,01 полидисперсная	860, 840, 850	850,00	38,63
0,02 полидисперсная	880, 900, 920	900,00	40,90
0,03 полидисперсная	990, 1070, 1050	1036,66	47,12

Испытания на паяемость проводились на поверхностях образцов из меди с серебряным покрытием толщиной 6 мкм при температуре 245°С, массе пасты 250 мг. Коэффициент растекания припоя определяли по высоте капли припоя до и после растекания (рисунок 3) и по их соотношению оценивали паяемость:



1 – образец металла; 2 – припой после растекания; 3 – доза припоя
Рисунок 3 – Схема определения коэффициента растекания припоя

В таблице 2 приведены результаты оценки паяемости серебряных покрытий пастами с УНТ, использовались спиртоканифольные флюсы ФКТ и СКФ с содержанием канифоли до 40%.

$$K_{p2} = \frac{(H_0 - H_p)}{H_0} = 1 - \frac{H_p}{H_0}, \quad (1)$$

где H_p – высота капли припоя после растекания;

H_0 – высота "лежащей" капли припоя до растекания, которая находится из условий несмачивания поверхности:

$$H_0 = \sqrt{\frac{2\sigma_{1,2}(1 - \cos \theta)}{\rho g}}, \quad (2)$$

где ρ – плотность припоя;

g – ускорение силы тяжести;

σ – поверхностное натяжение на границе припой–металлическая поверхность.

Результаты оценки паяемости серебряных покрытий пастами с УНТ с использованием спиртоканифольных флюсов ФКТ и СКФ с содержанием канифоли до 40% и рекомендуемых для пайки электронных компонентов, приведены в таблице 2, а внешний вид растекания капель припоя – на рисунке 4.

Таблица 2 – Экспериментальные данные по растекаемости паст с УНТ

Флюс	УНТ	Высота капли, мкм	Коэффициент растекания, %	Паяемость
-	-	1040	74,0	Удовлетворительная
ФКТ	-	1005	74,9	Удовлетворительная
СКФ	0,01%	1015	74,6	Удовлетворительная
СКФ	0,02%	818	79,5	Удовлетворительная
СКФ	0,03%	763	80,9	Хорошая



а б в
Рисунок 4 – Образцы растекаемости пасты на серебряном покрытии 0,6 мкм с содержанием УНТ 0,01% (а), 0,02% (б) и 0,03% (в)

Заключение. Состав паяльной пасты был модифицирован добавлением углеродных нанотрубок с весовым содержанием 0,002–0,03%. При содержании в пасте 0,03% УНТ значение усилия максимально и равно 1036,6 Н, в то время как паста без УНТ имеет усилие, равное 723,3 Н. Таким образом усилие на разрыв образцов из латуни увеличилось на 30%. Коэффициент растекания паяльной пасты так же максимален в пасте с содержанием УНТ 0,03% и равен 80,9%. Анализ полученных данных свидетельствуют об улучшенных характеристиках бессвинцовых припоев при определенном процентном содержании УНТ в паяльной пасте – повышение механической прочности паяных соединений и растекаемости.

Список литературы

1. Нинг-Ченг Ли. Технология пайки оплавлением, поиск и устранение дефектов: поверхностный монтаж, BGA, CSP и Flip Chip технологии / Ли Нинг-Ченг. – М.: Технологии, 2006. – 392 с.
2. Раков, Э. Г. Нанотрубки и фуллерены / Э.Г. Раков. – М.: Университетская книга, Логос, 2006. – 376 с.
3. Сухно, И.В. Углеродные нанотрубки. Ч. 1. Высокотехнологические применения / И.В. Сухно, В.Ю. Бузько, Краснодар. – 2008. – 55 с.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

SOLDERING PASTES MODIFICATION WITH CARBON NANOPARTICLES

Derman A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Lanin V.L. – Dr. Tech. Sc., full professor, professor of the department of ETT

Abstract The lead-free solder is modified by introducing carbon nanotubes into the solder under the influence of ultrasonic vibrations. The presence of carbon nanotubes (CNTs) in the solder composition serves as "reinforcements", as it has a unique complex of properties. As a result of this study the dependence of bonding strength and flowability on the percentage of CNT in the paste was obtained. Ultrasonic effects in lead-free solder during mixing with CNT were simulated and plots were obtained.

Keywords: Carbon nanotubes, lead-free solder, induction soldering, ultrasound.

УДК 621.3.049.77–048.24:537.2

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АНАЛИЗА И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ ТЕНЗОПЛАТФОРМЫ

Елец Н.М., Терещиленко Д.Ю.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Давыдова Н.С. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ИКТ

Аннотация. Представлены результаты разработки программного обеспечения для анализа и визуализации данных тензоплатформы. Подробно описаны структура, функциональные возможности и интерфейс программы.

Ключевые слова: динамометрическая платформа, динамические характеристики

Введение. Целью данной работы является создание программного обеспечения для анализа и визуализации данных тензоплатформы.

Сила является важнейшей динамической характеристикой движения. С ней непосредственно связаны момент силы и другие важные биомеханические характеристики. Не случайно за последние годы предложено множество способов измерения усилий спортсмена в различных видах спорта. Наибольшее распространение получил тензометрический метод измерения усилий. Метод основан на свойствах некоторых физических материалов изменять свои характеристики, в частности, электрическое сопротивление при деформации. Измерительная схема преобразует электрическое сопротивление датчика в электрическое напряжение, которое пропорционально измеряемым усилиям [1].

Тензометрические установки позволяют регистрировать горизонтальную и вертикальную составляющие усилий спортсменов при выполнении различных движений. Развитие компьютерной техники и применение многоразрядных высокоскоростных АЦП сделало возможной не только регистрацию сигналов тензодатчиков, но и их цифровую обработку в реальном времени, визуализацию деформаций на экранах мониторов [2].

Основная часть. Основные алгоритмы обработки данных тензоплатформы выполнены в пакете прикладных программ для решения задач технических вычислений *MATLAB*. Для интегрирования алгоритмов кода *MATLAB* в структуру программы использован *MATLAB CODER*, позволяющий генерировать эквивалентный читаемый и переносимый код на таких языках программирования как *C*, *C++*, *Fortran*.

Программа для анализа и визуализации данных тензоплатформы написана на языке *C++* с использованием фреймворка *Qt*.

Рассмотрим общую структуру проекта и типы используемых файлов. *Tensotrack.pro* содержит – программные команды, с помощью которых автоматизируется процесс сборки и конфигурации проекта для текущей платформы. Следующий тип файлов – заголовочные файлы, которые имеют расширение. *h*. Целью заголовочных файлов является удобное хранение набора объявлений объектов для их последующего использования в других программных файлах. Далее в проекте размещены *.cpp* файлы, это исходный код, написанный на языке программирования *C++*. Последними размещаются *UI*-файлы *Qt Designer*, представляющие собой дерево виджетов формы в формате *XML*. Формы могут быть обработаны в визуальном интерфейсе редактирования форм. Структура проекта отображена на рисунке (рисунок 1).

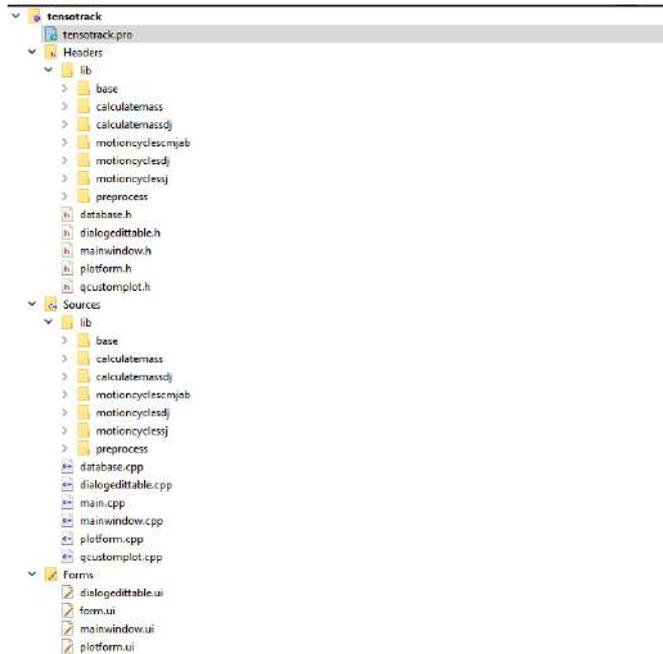


Рисунок 1 – Структура проекта программы для анализа и визуализации данных тензоплатформы

Для удобного взаимодействия пользователя с программой, ее функционал разделен на несколько связанных между собой окон:

1. Основное окно программы (рисунок 2).

В основном окне программы реализованы следующие функции:

- отображение записей спортсменов хранящихся в базе данных;
- возможность добавления, редактирования и удаления записей спортсменов;
- отображение записей, удовлетворяющих поиску по категориям: фамилия, имя или тип спорта;
- фильтрация отображения записей спортсменов по спортивной квалификации;
- сортировка отображения записей по убыванию или возрастанию;
- выбор типа прыжка загружаемого файла тензометрической установки;
- отображение результатов анализа ранее обработанных записей прыжков для каждого спортсмена хранящихся в базе данных с возможностью удаления.

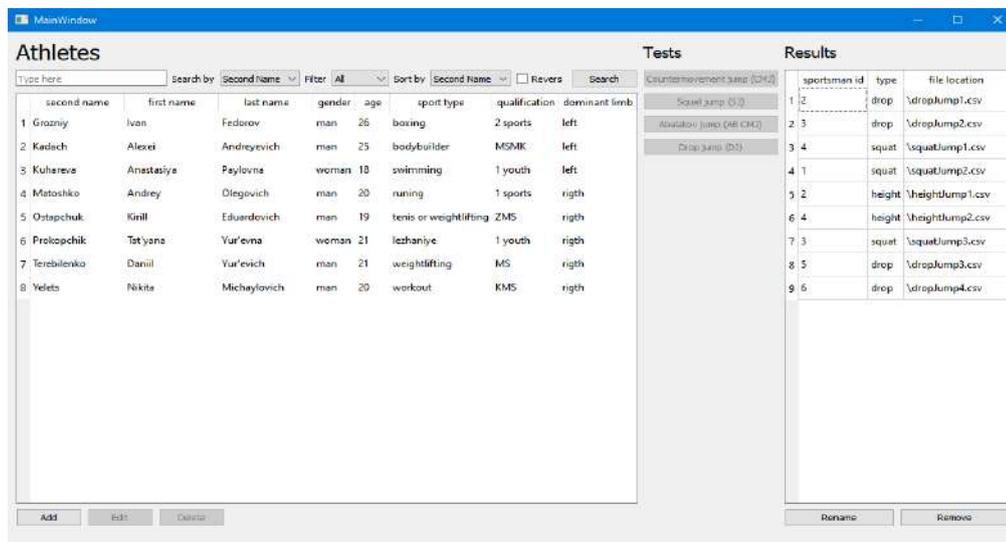


Рисунок 2 – Основное окно программы для анализа и визуализации данных тензоплатформы

2. Окно добавления и редактирования записей спортсменов (рисунок 3).

Second Name	First Name	Last Name	Gender	Birthdate	Sport type	qualification	Limb
Kadiach	Alexei	Andreyevich	man	1995-06-12	bodybuilder	MSMK	left

Рисунок 3 – Окно добавления и редактирования записей спортсменов

3. Окно выбора файла для анализа.

Окно, используемое для выбора CSV-файла для последующей обработки. Вид окна выбора файла показан на рисунке (рисунок 4).

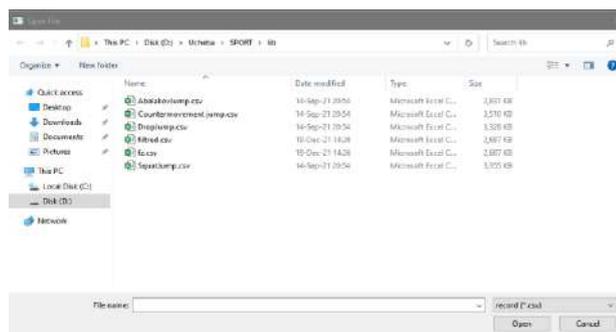


Рисунок 4 – Окно выбора файла для анализа

4. Окно отображения графика вертикальной силы реакции опоры.

После выбора файла для анализа, автоматически будет открыто окно отображения графика вертикальной силы реакции опоры. Используя разработанные и апробированные в *MATLAB* алгоритмы, программа автоматически определяет границы (начало и конец) каждого из прыжков, т.к. в одном файле записывается несколько попыток движения. Результатом анализа данных также является нахождение массы спортсмена и построение изолинии, соответствующей весу спортсмена.

Не всегда данные, полученные из файла, имеют корректный вид. Иногда спортсмены помимо прыжка совершают иные действия, которые впоследствии вносят неточность в нахождение границ прыжка. Для работы с такими файлами в программе предусмотрена возможность самостоятельно добавлять и удалять точки начала и конца прыжков. Для точности позиционирования имеется возможность масштабирования графика силы.

Тензометрические установки могут иметь разную частоту дискретизации сигнала вертикальной силы, поэтому в программе предусмотрена возможность ее изменения (по умолчанию 1000 Гц). Вид окна отображения графика вертикальной силы реакции опоры показан на рисунке (рисунок 5).

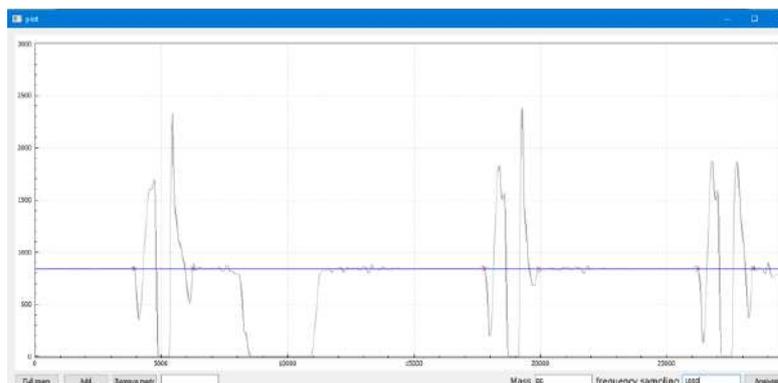


Рисунок 5 – Окно отображения графика вертикальной силы реакции опоры

Заключение. Результатом выполнения данной работы является разработанная программа для анализа и визуализации данных тензоплатформы.

Разработанное программное обеспечение позволяет обрабатывать данные, предварительно записанные в CSV-файл тензометрической установкой.

Реализованные в программе алгоритмы обработки позволяют анализировать данные вертикальной силы, находить границы прыжков в общем массиве данных, строить по ним графики с возможностью дальнейшего редактирования.

Используемая совместно с программой СУБД *MySQL* позволяет хранить и редактировать данные спортсменов, в том числе результаты анализа прыжков, в собственной базе данных.

Дальнейшее развитие программы позволит добавить в нее функции отдельного анализа каждого прыжка с подробным выводом данных динамических характеристик движения. Также имеется возможность портирования программы на другие операционные системы, в том числе мобильные. Размещение базы данных на удаленном сервере даст возможность получать доступ к записям с нескольких устройств.

Список литературы

1. studref [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studref.com/546183/meditsina/tenzometriya>. – Дата доступа: 25.03.2021.
2. reserchgate [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/figure/Figure-1-Examples-of-vertical-jump-modalities-A-SJ-squat-jump-B-SMJ-counter-movement_fig1_318714361– Дата доступа: 04.04.2021.
3. matlab [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://exponenta.ru/matlab-coder> – Дата доступа: 06.04.2021.
4. mathworks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.mathworks.com/help/matlab/matlab_external/changing-default-compiler.html – Дата доступа: 09.10.2021.
5. codernet [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://codernet.ru/books/c_plus/professionalnoe_programmirovanie_na_c_m_shlee/ – Дата доступа: 29.09.2021.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

SOFTWARE FOR ANALYSIS AND VISUALIZATION OF DATA FROM THE DYNAMOMETRIC PLATFORM

Yelets N.M., Terebilenko D.Y.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Davydova N.S. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICT

Annotation. The results of the development of software for the analysis and visualization of strain platform data are presented. The structure, functionality and interface of the program are described in detail.

Keywords: force platform, dynamic characteristics

УДК 66.088

ФОРМИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СЛОЯ ИНТЕГРАЛЬНОЙ МИКРОСХЕМЫ РЕАКТИВНО-ИОННЫМ ТРАВЛЕНИЕМ

Емельянов В.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Бордусов С.В. – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры ЭТТ

Аннотация. Путем экспериментальных исследований получен процесс селективного реактивно-ионного травления нитрида кремния к поликристаллическому кремнию, позволяющий достичь наилучшего профиля и скорости травления нитрида кремния при формировании слоя разделения. Исследована зависимость скорости травления от внешних характеристик разряда (мощности, давления и состава рабочих газов).

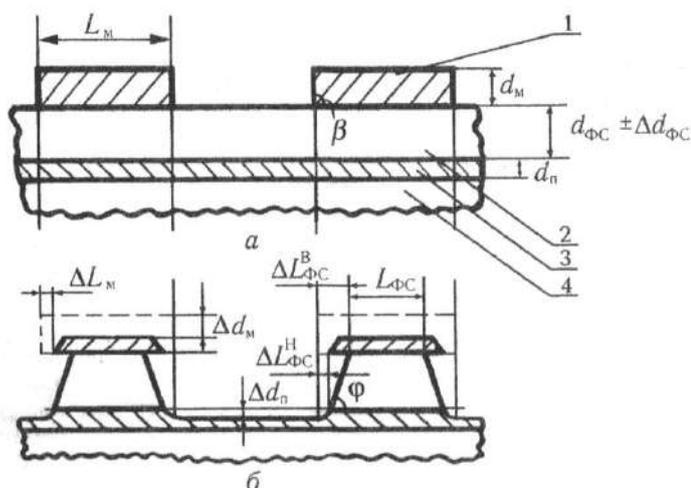
Ключевые слова: реактивно-ионное травление, микроэлектроника, нитрид кремния, поликристаллический кремний, интегральная схема.

Введение. В настоящее время с развитием нанотехнологий реактивно-ионное травление остается практически единственным инструментом для переноса рисунка интегральной схемы (ИС) в маскирующем слое в материал подложки благодаря тому, что точность переноса рисунка соизмерима с размером ионов травящих газов [1]. Однако требования к плазменной технологии: допустимые дефекты, селективность (избирательность к материалу), управление шириной линии, однородность травления – становятся все более жесткими и, как следствие, более сложными в реализации.

Основная часть. Для формирования наилучшего профиля травления нитрида кремния, необходимо решить следующие две задачи:

- исследовать особенности плазмохимического травления пленок нитрида кремния и поликристаллического кремния;
- исследовать влияние внешних характеристик разряда на процесс плазмохимического травления пленочных материалов.

На структуре, получаемой в результате реактивно-ионного травления функционального слоя, необходимо обеспечить получение следующих параметров (рисунок 1 а, б) [2]:



1 – маска; 2 – функциональный слой; 3 – подслой; 4 – подложка
Рисунок 1 – Вид структуры до (а) и после (б) операции ПТ функционального слоя

– средний размер элемента в функциональном слое $L_{\text{ФС}}$;

– разброс размера элемента в функциональном слое по пластине $r(L_{\text{ФС}})$. Средний размер элемента в ФС и его разброс может быть записан в виде $L_{\text{ФС}}(1 \pm r(L_{\text{ФС}}))$;

– допустимый уход толщины подслоя $\Delta d_{\text{п}}$ (допустимый подтрав подслоя).

Основные частицы, активные в травлении кремния - атомы фтора и радикалы SF_5 (вклад последних в скорость травления составляет около 30%). Скорость травления при всех условиях и составах плазмы прямо пропорциональна концентрациям атомов фтора при прочих равных условиях и увеличивается с ростом потока ионов и разности потенциалов поверхности и плазмы при одинаковых концентрациях атомов.

Нитрид кремния так же, как и диоксид кремния, травятся во фторсодержащей плазме атомами, фторсодержащими радикалами с выделением SiF_4 и N_2 в газовую фазу. Отличие нитрида кремния от двуокиси кремния в том, что энергия связи в молекуле нитрида слабее, чем в двуокиси кремния, следовательно, нитрид травится быстрее, чем двуокись кремния. Схематично процесс травления представлен на рисунке 2.

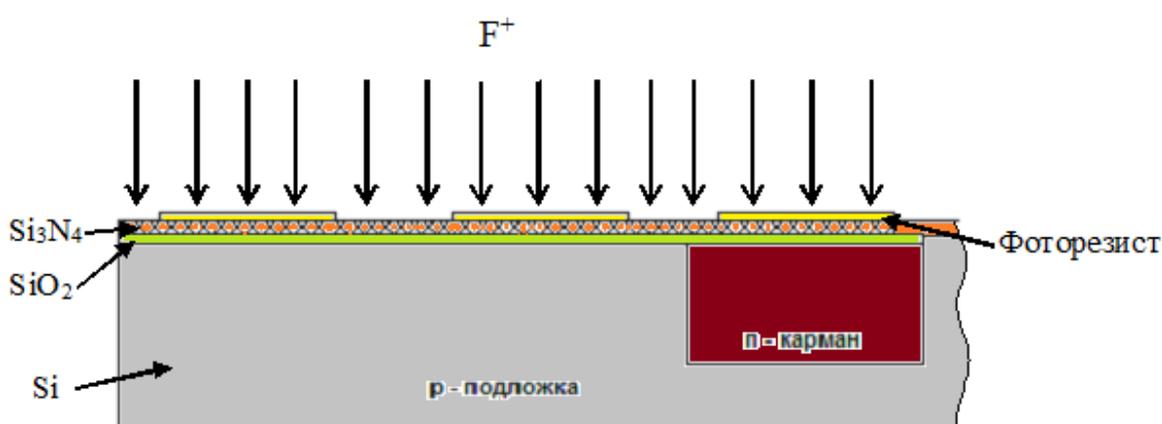


Рисунок 2 – Плазмохимическое травление нитрида кремния

При проведении исследований за прототип был взят режим реактивно-ионного травления, представленный в таблице 1.

Таблица 1 – Режим травления прототипа

Мощность верхнего и нижнего электрода, Вт	Давление, <i>mtorr</i>	Расход <i>Ar</i> , см ³ /мин	Расход <i>CHF₃</i> , см ³ /мин	Расход <i>O₂</i> , см ³ /мин
200/400	50	200	40	6

Результаты, при использовании прототипа представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты травления нитрида кремния и поликремния по прототипу

Материал	Средняя скорость, нм/с	Макс. Скорость, нм/с	Мин.Скорость, нм/с	Неравномерность, %	Селективность, усл.ед.
<i>Si₃N₄</i>	2,01	2,21	1,86	8,6	5,3
<i>Si</i>	0,37	0,42	0,34	10,4	

Как видно из таблицы 2 скорость травления нитрида кремния обладает примерно 2 нм/с при селективности к поликристаллическому кремнию (ПКК) в 5,3 единицы. При проведении работ будет повышена скорость травления нитрида кремния и увеличение селективности к ПКК, без ущерба в равномерности и качестве травления пленки.

Для повышения качества травления, но сохранения большой селективности были проведены эксперименты с давлением и смесью газов ($Ar + CHF_3 + O_2$). Исследования проводились только по давлению и расходу смеси газов, т.к. изменение подаваемой мощности может привести дополнительные дефекты обрабатываемой поверхности.

Давление в диапазоне от 0,04 до 0,07 торг данной смеси газов в рабочей камере не оказывает сильного влияния на скорость плазмохимического травления нитрида кремния и поликремния, но с повышением давления с 0,04 до 0,07 Торр увеличивается равномерность с 90% до 94-95% по пластине диаметром 200мм.

Таблица 3 – Исследование влияния расхода аргона на скорости травления нитрида кремния и поликремния

Подача Ar, см ³ /мин	Средняя скорость, нм/с	Макс. Скорость, нм/с	Мин. Скорость, нм/с	Неравномерность, %	Селективность, усл.ед.
150	1,95	2,08	1,73	9,2	5,7
200	2,01	2,21	1,86	8,6	5,3
250	2,08	2,33	1,98	8,2	5,0
300	2,15	2,47	2,1	8,1	4,8

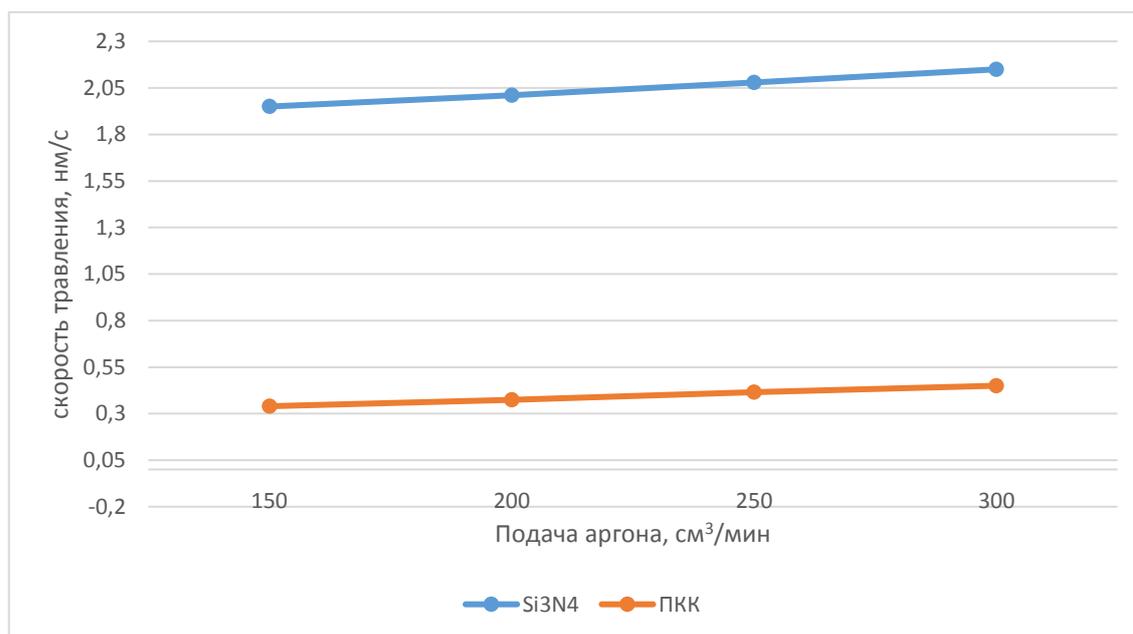


Рисунок 3 – Влияние расхода аргона на скорости травления

Из рисунка 3 и таблицы 3 видно, что увеличение расхода аргона в рабочую камеру не оказывает сильного влияния на скорость и равномерность, т.к. аргон в данном процессе используется как газ-носитель для хладона 23(CHF₃). При повышении расхода аргона от 150 до 300 см³/мин наблюдается повышение скорости плазмохимического травления нитрида кремния с 1,95 до 2,15 нм/с и поликремния с 0,32 до 0,5 нм/с.

Повышение расхода хладона 23 от 20 до 45 см³/мин значительно увеличивая скорость травления нитрида кремния 1,3 до 2,3 нм/с и незначительно увеличивает скорость травления поликремния с 0,2 до 0,42 нм/с, за счет повышенной полимеризации поверхности поликремния, предположительно оказывающей влияние на селективность травления.

Изменение расхода кислорода влечет за собой изменение таких качественных показателей как: селективность, угол наклона и анизотропность. При увеличении расхода кислорода от 2 до 8 см³/мин наблюдается снижение селективности нитрида кремния к поликремнию с 9 до 4 ед. за счет уменьшения образования полимера при травлении, а также происходит уменьшение угла наклона боковой стенки профиля с 90 до 65 градусов из-за подтравки маски фоторезиста.

Получив и обработав экспериментальные данные можно сделать вывод, что для достижения наилучших показаний необходимо повысить давление до 70 mторг, повысить подачу хладона-23 до 43 см³/мин, повысить подачу аргона до 250 см³/мин и понизить подачу кислорода до 3 см³/мин, получившиеся результаты приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Режим травления по итогам исследований

Мощность верхнего и нижнего электрода, Вт	Давление, <i>mtorr</i>	Расход Ar, см ³ /мин	Расход CHF ₃ , см ³ /мин	Расход O ₂ , см ³ /мин
200/400	70	250	43	3

Результаты, полученные при использовании экспериментального режима представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Полученные результаты травления нитрида кремния и поликремния по оптимальным параметрам

Материал	Средняя скорость, нм/с	Макс. Скорость, нм/с	Мин.Скорость, нм/с	Неравномерность, %	Селективность, усл.ед.
Si ₃ N ₄	2,7	2,86	2,57	5	8.7
Si	0,31	0,32	0,29	4,8	

Заключение. По итогам проведенных исследований были подобраны оптимальные режимы селективного реактивно-ионного травления нитрида кремния к поликристаллическому кремнию: расход аргона 250 см³/мин, расход хладона 23 43 см³/мин, расход кислорода 3 см³/мин и давление данной смеси газов 0,07 torr. При этом были получены следующие результаты: средняя скорость травления нитрида кремния 2,7 нм/с, а поликремния 0,31 нм/с, также равномерность травления нитрида кремния по пластине 94-95%, селективность нитрида кремния к поликремнию 8.7 усл.ед..

Полученные оптимальные режимы селективного реактивно-ионного травления нитрида кремния к поликристаллическому кремнию позволяют без изменения подаваемой мощности повысить качество операции травления нитрида кремния и выход годных кристаллов на 5%.

Список литературы

1. *Инновационные технологии и оборудование субмикронной электроники / А.П. Достанко [и др.]; под общ. ред. акад. А.П. Достанко. – Минск : Беларуская навука, 2020. – 162-199 с.*
2. *Бордусов С. В. Плазменные СВЧ технологии в производстве изделий электронной техники: Монография / Под. Ред. А.П. Достанко. – Мн.: Бестпринт, 2002. – 452с.*

UDC 66.088

FORMATION OF THE FUNCTIONAL LAYER OF THE INTEGRATED MICROCIRCUIT BY REACTIVE-ION ETCHING

Emelyanov V.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Bordusov S.V. – Dr. Tech. Sc., full professor, professor of the department of ETT

Annotation. Through experimental studies, a process of selective reactive-ion etching of silicon nitride to polycrystalline silicon was obtained, which makes it possible to achieve the best profile and rate of etching of silicon nitride during the formation of a separation layer. The dependence of the etching rate on the external characteristics of the discharge (power, pressure, and composition of the working gases) has been studied.

Keywords: reactive-ion etch, microelectronics, silicon nitride, polycrystalline silicon, integrated circuit.

УДК 621.389

ХРОНОГРАФ НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРЕ

Ефимович В.Д.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Лушакова М.С. – старший преподаватель кафедры ЭТТ

Аннотация. Разработана конструкция хронографа в приспособлении для учета времени. Функционирование устройства организовано на микроконтроллере *ATtiny2313-20SU*.

Ключевые слова: хронограф, микроконтроллер, счетчик

Введение. Хронограф – это особый тип часового механизма, который фиксирует и записывает время. Фактически хронограф представляет собой счетчик, регистрирующий определённые отрезки времени. С помощью данного устройства можно регистрировать секундные, часовые и минутные отрезки.

Хронограф часто применяют для измерения времени пробежки, он используется врачами для измерения сердцебиения, домохозяйками - при приготовлении блюд, военными в расчётах [1]. Хронографы военного назначения снабжены телеметрической шкалой, измеряющей расстояния до выбранных объектов. Некоторые виды хронографов используются для установления скорости пули, стрелы, арбалетного болта или запущенной из рогатки скобы. Лётчикам хронограф может пригодиться во время грозы: если хронограф запускали в момент вспышки молнии и останавливали при первых звуках грома, то хронограф, перемножив полученный результат измерения на скорость звука, с помощью центральной стрелки мог показать расстояние до эпицентра грозы.

Основная часть. Структурная схема устройства хронографа представлена на рисунке 1.

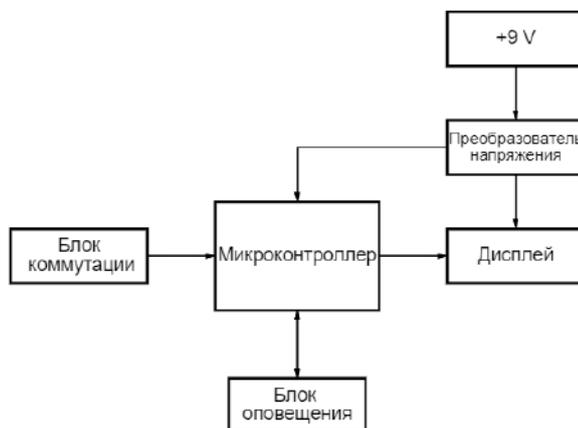


Рисунок 1 – Структурная схема устройства

Устройство выполнено на основе микроконтроллера *ATtiny2313-20SU*. Высокопроизводительный 8-разрядный микроконтроллер с низким энергопотреблением имеет 2 кб *flash*-памяти и универсальный последовательный интерфейс, полнодуплексный *UART* и *WIRE* для отладки чипа. Устройство поддерживает пропускную способность 20 MIPS на частоте 20 МГц и работает от 2,7 до 5,5 В [2].

Время выводится на цифровые семиэлементные шестизначные жидкокристаллические дисплеи, связанные с микроконтроллером через два 48-разрядных сдвиговых регистра, образованных микросхемами *74HC154D* фирмы *NEXPERIA*, установленными в количестве 12

штук. Узел включения и выключения выполнен одной кнопкой с использованием диода и биполярных транзисторов различного типа.

Основная компоновочная схема изделия определяет многие важнейшие характеристики радиоэлектронного средства: габариты, вес, объем монтажных соединений, способы защиты от полей, температуры, механических воздействий, ремонтпригодность. Децентрализованная компоновочная схема обеспечивает легкость размещения элементов изделия на объекте, не требуется тщательная экранировка отдельных блоков, может быть более надежной, сохраняя частичную работоспособность при выходе из строя отдельных элементов изделия. Недостатком является значительная длина межблочных соединений, затруднен полный демонтаж системы, для каждого отдельного блока необходимо предусматривать автономные системы охлаждения, виброзащиты [3].

Общий функциональный алгоритм устройства представлен на рисунке 2.

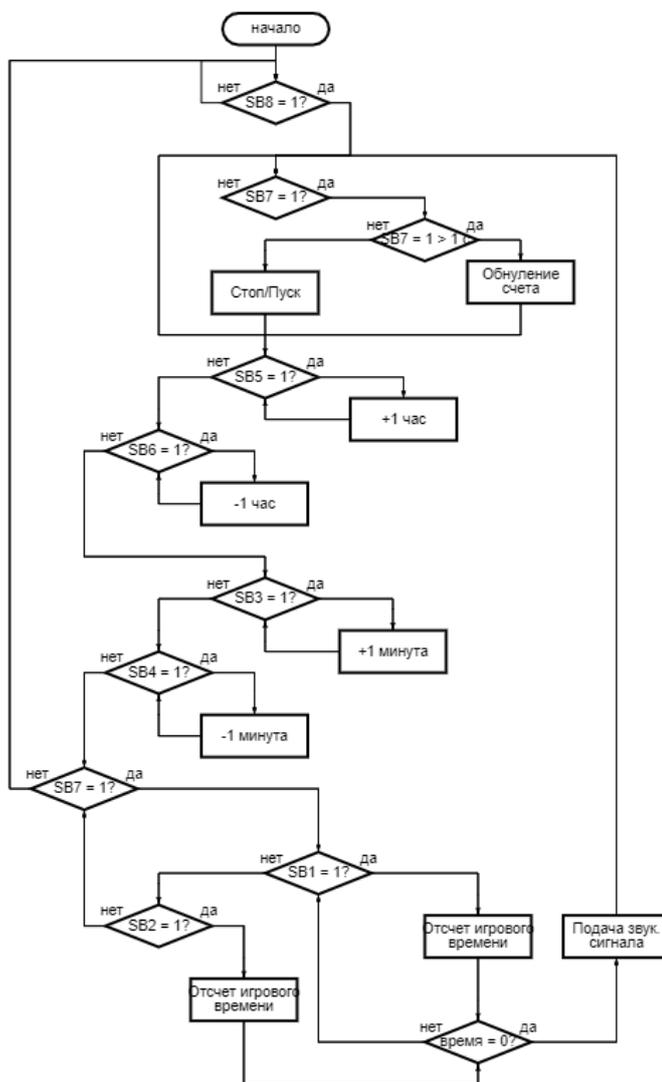


Рисунок 2 – Алгоритм функционального тестирования микроконтроллеров

На верхней панели корпуса хронографа установлен переключатель режима с зависимой фиксацией. Он служит для переключения времени между двумя положениями. Запуском хронографа считается первое нажатие на одну из этих кнопок.

Остальные кнопки расположены на передней панели. Короткие нажатия на «Стоп/Пуск» приостанавливают и вновь запускают отсчет времени. Это позволяет делать в измерениях

перерывы. Удержание данной кнопки нажатой более одной секунды приводит к обнулению счетчиков времени.

Каждое нажатие на кнопку «Час +» добавляет по одному часу времени. При удержании ее нажатой происходит быстрое увеличение отведенного времени. Кнопка «Час –» действует аналогично, но нажатиями на нее не увеличивают, а уменьшают время. А если нажимать на «Мин +» и «Мин –», то изменение времени будет происходить минутами, а не часами. Кнопкой «Вкл./Выкл.» хронограф включают и выключают.

Разъемы для подключения питания и программирования микроконтроллера устанавливают на плату со стороны печатных проводников. Включив хронограф нажатием на «Вкл./Выкл.», кнопками «Час+», «Час–», «Мин+» и «Мин–» задают время либо последовательными нажатиями на кнопку «Стоп/Пуск» выбирают одно из его фиксированных значений (5, 10, 15 или 30 минут на положение фиксатора). Отсчет времени начнется в момент первого нажатия на переключатель, где расположены зависимые кнопки «Положение 1» и «Положение 2». Коротким нажатием на кнопку «Стоп/Пуск» можно приостановить отсчет и таким же образом возобновить. По исчерпанию любым положением своего лимита времени хронограф будет остановлен, а пьезоизлучатель подаст длинный звуковой сигнал. Обнуляют показания продолжительным нажатием на кнопку «Стоп/Пуск».

Заключение. Устройство разработано с учетом современной элементной базы и лучших конструктивных решений. Хронограф имеет компактный и эргономичный корпус, также устройство абсолютно безопасно в использовании. Может применяться по назначению как в промышленности, так и на бытовом уровне.

Список литературы

1. Принцип работы хронографа в часах. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bazava.ru/princip-raboty-hronografa-v-chasah-chto-takoe-hronograf-v.html>
2. Newer Device Available ATTINY2313. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.microchip.com/en-us/product/ATtiny2313>
3. Базовый принцип конструирования РЭА / Е.М. Парфенов, В.Ф. Афанасенко, В.И. Владимиров, Е.В. Саушкин; Под ред. Е.М. Парфенова. - М.: Радио и связь, 1981

UDC 621.389

CHRONOGRAPH ON THE MICROCONTROLLER

Efimovich V.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Lushakova M.S. – senior lecturer of the Department of ETT

Annotation. The design of the chronograph in the system for recording time was developed. The operation of the appliance is organized on the ATtiny2313-20SU microcontroller.

Keywords. chronograph, microcontroller, register

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУР

Жаворонок И.А., Тихон О.И.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Мадвейко С.И – канд.техн.наук, доцент, заведующий кафедры ЭТТ

Аннотация. Проведен анализ разновидностей сухого травления, в частности такого вида сухого травления как ионно-плазменная обработка. Описано влияние на пластину и ее поверхность данного вида травления.

Ключевые слова. Плазменное травление, СВЧ плазма, СВЧ магнетрон.

Введение. Процесс производства полупроводниковых устройств включает в себя множество высокоточных операций, в которых может участвовать плазма. К примеру, плазменный процесс очистки и травления позволяет повысить частоту процесса и увеличить его энергоэффективность. Так же, процессы обработки поверхностей плазмой с использованием кислорода позволяют лучше скрепить подложку с кристаллом. Поэтому плазменная обработка – ключевой процесс в поверхностной обработке полупроводниковых структур и при корпусировании полупроводниковых устройств. Не так давно плазменные технологии стали применять в процессах утончения подложек, таких как снятие остаточных напряжений плазмой или плазменное скрайбирование.

Основная часть. Первые применения плазменных методов в технологии кремниевых ИМС относятся к концу 60-х годов, когда начались исследования возможности применения различных видов кислородной плазмы для снятия фоторезиста. В тоже время проводились работы по использованию плазмы для травления кремния. Плазменное травление называется также «сухим» травлением. Получение элементов с субмикронными размерами требует селективного удаления отдельных участков будущей микросхемы с помощью процесса травления. Широко используемое жидкостное химическое травление обладает высокой селективностью и скоростью, однако наличие подтравливания не позволяет получить требуемое разрешение. Для технологических процессов изготовления СБИС наиболее перспективными являются методы сухого травления, которые подразделяются на ионное травление (ИТ), ионно-химическое травление (ИХТ) и плазмохимическое травление (ПХТ). На рисунке 1 приведены процессы ионно–плазменного травления [1].



Рисунок 1 – Классификация процессов ионно-плазменного травления[1]

При ионном травлении для удаления материала используется кинетическая энергия ионов инертных газов, то есть имеет место физическое разбиение процесса ионного травления на ионно-плазменное травление, при котором образцы помещаются на отрицательный электрод разрядного устройства и подвергаются бомбардировке ионами, вытягиваемыми из

плазмы, и ионно-лучевое травление, в котором образцы являются мишенью, бомбардируемой ионами, вытягиваемыми из автономного ионного источника (АИИ) [1].

При ионно-химическом травлении используется как кинетическая энергия ионов химически активных газов, так и энергия их химических реакций с атомами или молекулами материала [1].

При плазмохимическом травлении для удаления материала используется энергия химических реакций между ионами и радикалами активного газа и атомами (или молекулами) обрабатываемого вещества с образованием летучих стабильных соединений. В зависимости от среды, в которую помещаются образцы, плазмохимическое травление (ПХТ) подразделяется на [1]:

- плазменное травление: образцы помещаются в плазму химически активных газов;
- радикальное травление: образцы помещаются в вакуумную камеру, отделенную от химически активной плазмы перфорированными металлическими экранами, или электрическими или магнитными полями, а травление осуществляется химически активными частицами (свободными атомами и радикалами), поступавшими из плазмы.

Наибольший интерес представляет плазмохимическое травление, так как оно обладает селективностью, равномерностью, и скоростью, сравнимыми с жидкостным химическим травлением, но оно не требует очистки поверхностей после обработки, позволяет одновременно травить подложки и удалять фоторезистивные маски, а также может использоваться для любых материалов. Для удаления материала используется энергия химических реакций между ионами и радикалами активного газа и атомами (или молекулами) обрабатываемого вещества с образованием летучих соединений [1].

Низкоэнергетическая СВЧ плазменная микрообработка пластин монокристаллического кремния в различных по химической активности газовых средах позволяет различным образом модифицировать «перестраивать» электронную структуру и свойства поверхности. Модификация связана с перераспределением плотности заряда в приповерхностной области и определяется природой используемых плазмохимических сред. Валентность составляющих их химических элементов по отношению к кремнию и прочность образующихся химических связей способствуют формированию устойчивых насыщенных связей поверхностных атомов кремния с различной плотностью. Оставшиеся ненасыщенные поверхностные связи участвуют в перестройке электронной структуры приповерхностной области полупроводника. Это приводит к возникновению встроенного электростатического потенциала и изменению приповерхностных электрофизических свойств, которые определяют закономерности транспорта и туннельной эмиссии электронов в пленочных гетероструктурах, созданных на пластинах кремния после соответствующей плазмохимической микрообработки. При низкоэнергетичной плазменной микрообработке в среде аргона в результате его химической инертности на поверхности пластин кремния образуются ненасыщенные электронные связи с максимальной поверхностной плотностью. Это вызывает наиболее сильные изменения приповерхностных электрофизических свойств кремния и условий транспорта электронов. Плазменная микрообработка в среде хладона-14 пассивирует часть оборванных связей поверхностных атомов кремния. Вследствие этого встроенный потенциал и приповерхностный пространственный заряд на кремнии после плазменной микрообработки в хладоне-14 меньше, чем при обработке в плазме аргона. Поэтому ВАХ поперечного транспорта электронов в исследуемой гетероструктуре для этого случая имеет меньшую величину участка малых омических токов, которая, согласно теории ТОПЗ, пропорциональна концентрации первоначально незанятых электронами ловушек в структуре [2].

Для каждого типа полупроводника при удалении естественного оксидного покрытия с использованием ионно-плазменного или плазмохимического травления взаимосвязь морфологических и автоэмиссионных характеристик может быть описана в рамках теории Фаулера-Нордгейма с учетом изменения свойств поверхностных фаз на вершинах кремниевых острий, которые происходят в процессах масочного травления. Изменения в свойствах поверхностных фаз приводят к изменению суммарного дипольного момента поверхности

эмиссионных остриёв, прозрачности потенциальных барьеров, и, следовательно, автоэмиссионных характеристик полученных структур [2].

При проведении процессов ионно-плазменного травления особое внимание необходимо уделять технологическим режимам обработки полупроводниковых структур. Существенное влияние на технологические режимы оказывают условия электропитания СВЧ плазмотронов.

При разработке промышленных СВЧ плазменных установок, чаще всего, используется несколько СВЧ магнетронов средней мощности и системы сложения мощности в микроволновом реакторе. Уменьшить стоимость готового оборудования удаётся путём использования в качестве источников СВЧ излучения бытовых магнетронов [3]. Питание магнетронов, чаще всего, осуществляются за счёт применения типовых блоков питания (входящих в комплектацию бытовых микроволновых печей), включающих высоковольтный трансформатор и схему удвоения напряжения. Данная схема питания характеризуется высокой надёжностью и простотой в эксплуатации [4]. В этом случае энергетическое воздействие на полупроводниковые структуры идет в импульсном режиме. Перспективным решением является обработка пластин при квазипостоянном режиме генерации плазмы. В настоящее время такой режим формирования разряда мало использован и нуждается в углубленном изучении.

Заключение. Рассмотрены несколько видов сухого травления, один из которых «ионное травление». Определены перспективные условия формирования разряда – квазипостоянный режим, который, предположительно, позволит сократить время обработки пластин за счет увеличения энерговклада в плазму СВЧ разряда.

Список литературы

1. *Технология интегральной электроники: учебное пособие / Л.П. Ануфриев, С.В. Бордусов, Л.И. Гурский [и др.]; / Под общ. ред. А.П. Достанко и Л.И. Гурского. – Минск: «Интегралполиграф», 2009. – с.: ил.*
2. *Влияние плазмохимической модификации поверхности на электронный транспорт и работу выхода в кремниевых кристаллах: статья / Яфаров Р. К.: СФ ИРЭ РАН, Саратов, 2018. – 18-26 с.*
3. *Рогожин, К. В. Особенности работы магнетрона с инверторным блоком питания в микроволновых промышленных установках / К. В. Рогожин // Электроника и микроэлектроника СВЧ. – 2018. – Т. 1. – С. 510–514.*
4. *Трехфазный импульсный источник питания СВЧ магнетрона средней мощности технологического назначения: дипломная работа / И. А. Жаворонок. – Минск : БГУИР, 2021, – 106 с*

UDC 533.9.07

ANALYSIS OF THE PLASMA PROCESSING TECHNOLOGY OF SEMICONDUCTOR STRUCTURES

Zhavaranak I.A., Tsikhan O.I.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Madveika S.I. – PhD, associate professor, head of the department of ETT

Annotation. An analysis of the varieties of dry etching, in particular, such a type of dry etching as ion-plasma processing, has been carried out. The effect of this type of etching on the wafer and its surface is described.

Keywords. Plasma etching, microwave plasma, microwave magnetron.

УДК 533.9.07

ЗАРЯДОВЫЕ СОСТОЯНИЯ МОП-СТРУКТУР

Жаворонок И.А., Тихон О.И.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Мадвейко С.И – канд.техн.наук, доцент, заведующий кафедры ЭТТ

Аннотация. Проведен анализ процессов, происходящих на поверхности МОП-структур во время плазменной обработки, причины возникновения зарядовых состояниях и их влияние на параметры выходного изделия.

Ключевые слова. Зарядовые состояния, МОП-структура, плазменная обработка.

Введение. Важной особенностью полупроводников является сильная зависимость их электрических и оптических свойств от состояния поверхности и способов ее обработки. При любых физико-химических обработках, связанных с получением атомно-чистых поверхностей, полупроводниковые кристаллы-подложки помимо собственных поверхностных состояний, обусловленных прерыванием периодичности потенциала кристаллической решетки, приобретают и другие, несобственные поверхностные состояния, обусловленные возмущением потенциала идеальной атомно-чистой поверхности. Наличие локальных поверхностных уровней энергии приводит к тому, что электроны и дырки могут «прилипнуть» к поверхности, образуя поверхностный электрический заряд. При этом под поверхностью формируется равный по величине и противоположный по знаку пространственный заряд, который приводит к перераспределению подвижных носителей заряда и изменению приповерхностных свойств полупроводников [1].

Практически с момента появления МОП ИС известно, что их надежность и выход годных в значительной степени зависят от вида и величины заряда в подзатворном диэлектрике. До сих пор ведущие полупроводниковые фирмы интенсивно изучают характеристики зарядовых состояний в структуре кремний-термически выращенный оксид кремния. Цель этих исследований – получить предельные значения степени интеграции, быстродействия, потребляемой мощности, надежности и т.п. Особый интерес представляет анализ причин изменения зарядовых состояний полупроводниковых структур после их обработки в плазме СВЧ разряда большого объема.

Основная часть. Электронные приборы, особенно устройства микроэлектроники, весьма чувствительны к состоянию поверхности кристалла. Поверхность кристалла является двумерным дефектом и способна искажать его приповерхностные свойства. Кроме того, взаимодействие поверхности полупроводника с кислородом, парами воды и другими компонентами окружающей среды приводят к образованию оксидов, гидратов, сульфатов и других соединений как в виде отдельных молекул, так и в виде тонких пленок. Такие поверхности содержат рекомбинационные центры, способные оказывать сильное влияние на параметры приборов. Успешная и надежная работа электронных приборов в значительной степени зависит от стабилизации поверхности и качества ее защиты от окружающей среды [2].

Так как в процессе производства при плазмохимической обработке полупроводниковые структуры микросхем могут подвергаться радиационному, термическому и другим видам воздействия. Это может приводить к изменению плотности зарядов, находящихся на границе раздела $Si-SiO_2$. Дело в неравновесных носителях. В момент генерации они, как правило, обладают большей энергией, чем равновесные. Однако в дальнейшем в результате рассеяния на фононах и дефектах кристаллической решетки кинетическая энергия неравновесных носителей быстро уменьшается до нормальных значений. Обычно это время порядка 10^{-10} с.

С уменьшением времени жизни неравновесных носителей обратный ток через р-п-переход часто значительно превосходит величину, определяющуюся физическими

свойствами материала перехода. Называют несколько причин, которые могут спровоцировать это явление [3]:

– На поверхности кристалла может возникнуть поверхностный ток вследствие появления электронной или ионной проводимости по окисной пленке либо по адсорбирующей пленке влаги. Тогда появится ток утечки и обратный ток резко возрастает.

– Как уже отмечалось, высокая концентрация поверхностных состояний вызывает появление поверхностной зоны. В такой зоне возможно протекание дополнительного тока.

– При большей плотности поверхностного заряда возможно образование в ОПЗ инверсного слоя, перпендикулярного металлургической границе $p-n$ -перехода. Инверсный слой замыкает $p-n$ -переход и образует так называемые каналы проводимости. И в этом случае наблюдается значительное увеличение обратного тока перехода. Необходимо отметить, что увеличение обратного тока через $p-n$ -переход изменяет параметры не только диодов, но и других приборов, содержащих $p-n$ -переходы: транзисторов, тиристоров и так далее.

– Величина скорости поверхностной рекомбинации оказывает существенное негативное влияние на коэффициент усиления α коэффициент передачи по току β биполярного транзистора. Рост скорости поверхностной рекомбинации s приводит к уменьшению времен жизни носителей τ базовой области транзистора.

– Величина обратного пробивного напряжения также зависит от состояния поверхности кристалла. Если при зарядении поверхностей кристалла, перпендикулярных металлургической границе, возникает обогащение ОПЗ, площадь $p-n$ -перехода уменьшается. Если приложить к такому переходу разность потенциалов, напряженность электрического поля в суженной области перехода окажется выше, чем в объеме кристалла, и возникает вероятность поверхностного пробоя перехода. Переход носителей из объема на поверхностные состояния является одной из причин шумов полупроводниковых приборов на низких частотах.

Как было отмечено, поверхностные дефекты влияют на электрофизические свойства полупроводников. В действительности (в силу различных причин) на поверхности кристалла возникают так называемые поверхностные энергетические состояния, которые изменяют энергетический спектр носителей заряда на поверхности и под ней [2].

Эти причины можно разделить на три группы. Нарушения периодичности потенциала решетки вследствие обрыва её у поверхности приводят к появлению так называемых уровней Тамма. Наличие некомпенсированных валентных связей у поверхности атомов вызывает появление уровней Шокли. Две первые группы поверхностных уровней существуют на идеальной, атомарно чистой поверхности. Третью группу поверхностных уровней представляют уровни, образованные в результате наличия адсорбированных атомов и прочих поверхностных дефектов кристалла [2].

Поверхностные уровни Тамма обусловлены тем, что потенциальный барьер поверхностного атома отличается от потенциального барьера глубинного атома. Решение уравнения Шредингера для поверхностных сильно- и слабосвязанных электронов приводит к выводу о существовании помимо обычных энергетических зон поверхностных энергетических состояний электронов. Концентрация таких уровней пропорциональна поверхностной концентрации атомов и может достигать $10^{19}(\text{м}^{-3})$. При такой высокой концентрации уровней Тамма возможно их расщепление в энергетическую зону. Важным является то, что поверхностная зона в полупроводниках находится в запрещенной зоне и может принимать носители из ближайшей объемной зоны. В обычных условиях, когда поверхность покрыта слоем тонкой окисной или иной пленки, уровни Тамма исчезают, поскольку восстанавливается периодичность потенциала. В этом случае возникают новые поверхностные уровни уже на поверхности пленки [2].

Поверхностные уровни Шокли образуются в результате обрыва части химических связей поверхностных атомов. Некомпенсированные валентные связи способны принимать и фиксировать носители заряда. Анализ модели Шокли применительно к одномерной цепочке атомов показал, что в запрещенной зоне образуется два энергетических уровня, один из

которых отличается от валентной зоны, другой – от зоны проводимости. Уровни Шокли, как и таммовские уровни, могут существовать только на идеальной поверхности [2].

Энергетические уровни третьей группы формируются на реальной, то есть загрязненной или дефектной поверхности, причем адсорбированный атом или ион создаст свое поверхностное энергетическое состояние, которое исчезает с удалением адсорбата. Причина формирования этих уровней аналогична уже рассмотренной для уровней Тамма. Это искажение крайней потенциальной ямы [2].

Заключение. Таким образом, состояние поверхности полупроводника обычно оказывает существенное влияние на работу полупроводниковых приборов. Возникновение поверхностных состояний и поверхностного заряда зачастую негативно влияет на параметры последних. В связи с этим необходимы очень тщательная очистка и обработка поверхности полупроводниковых кристаллов в рамках технологического процесса изготовления полупроводниковых приборов.

Список литературы

1. Влияние плазмохимической модификации поверхности на электронный транспорт и работу выхода в кремниевых кристаллах: статья / Яфаров Р. К.: СФ ИРЭ РАН, Саратов, 2018. – 18-26 с.
2. Физические основы микроэлектроники: учебное пособие – изд. 2-е, исправленное / В. Н. Изумнов. – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2010. – 272 с.
3. Физические основы микроэлектроники: учебное пособие / В. Н. Изумнов. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2014. – 358 с.

UDC 533.9.07

CHARGE STATES OF MOS STRUCTURES

Zhavaranak I.A., Tsikhan O.I.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Madveika S.I. – PhD, associate professor, head of the department of ETT

Annotation. The analysis of the processes occurring on the surface of MOS structures during plasma processing, the causes of the occurrence of charge states and their influence on the parameters of the output product is carried out.

Keywords. Charge states, MOS structure, plasma processing.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АККУМУЛЯТОРНЫХ И СУПЕРКОНДЕНСАТОРНЫХ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ

Збышинская М.Е.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Василевич В.П. – канд.техн.наук, профессор, профессор кафедры ЭТТ

Аннотация. Рассматриваются основные виды устройств накопления и хранения электроэнергии: литий-ионные аккумуляторные батареи и суперконденсаторы, включая их принципы работы и физико-химические особенности их структуры. Выявляются основные направления их развития: повышение плотности энергии и мощности, увеличение цикличности заряда-разряда, сохранение стабильности границ раздела электрод-электролит.

Ключевые слова: устройства накопления электроэнергии, литий-ионный аккумулятор, суперконденсатор, зарядно-разрядные характеристики.

Введение. Электроэнергия, вырабатываемая возобновляемыми источниками, имеет огромный потенциал для удовлетворения потребностей в электроэнергии в будущем. Но доступ к солнечной и ветровой энергии непостоянен, а электричество должно быть доступно 24 часа в сутки.

Устройства накопления электроэнергии можно разделить на две основные категории: аккумуляторные батареи (АБ) и конденсаторы (в т.ч. суперконденсаторы (СК)). АБ хранят энергию в виде химических реагентов, тогда как конденсаторы хранят энергию непосредственно в виде заряда. Из-за этого принципиального различия они имеют разные выходные параметры энергии и мощности, цикличность заряда-разряда и время реакции.

АБ запасают значительно больше энергии на единицу массы, чем конденсаторы, потому что они используют электрохимические реакции, называемые фарадеевскими. Фарадеевские процессы переносят заряд через границу между электродами АБ и раствором электролита, приводят к окислительно-восстановительным реакциям частиц на границах раздела. Когда батарея заряжается или разряжается, окислительно-восстановительные реакции изменяют молекулярную или кристаллическую структуру материалов электродов, что влияет на их стабильность, поэтому батареи необходимо заменять после нескольких тысяч циклов заряда-разряда.

С другой стороны, у СК нет существенных изменений в материале электродов в процессе эксплуатации, поэтому их можно заряжать и разряжать до миллионов раз. Процессы накопления заряда, используемые в конденсаторах, намного быстрее, чем фарадеевские процессы в АБ, поэтому, хотя СК имеют более низкую плотность энергии, чем АБ, они имеют более высокую плотность мощности.

Кроме того, время их работы сильно различается: СК могут заряжаться и разряжаться за секунды, тогда как для зарядки АБ требуется более десятков минут, а для разрядки — часы или дни. Это привело к различным приложениям и возможностям в зависимости от требований к производительности. В действительности, некоторые важные приложения требуют совместного использования АБ и СК. Например, следующее поколение электрических транспортных средств, скорее всего, будет включать в себя АБ и СК.

Усилия инженеров постепенно повысили производительность АБ и СК, но необходим прорыв, который может быть обеспечен только фундаментальными исследованиями [1].

Основная часть. *Аккумуляторные батареи.* Аккумулятор состоит из анода (отрицательного электрода), катода (положительного электрода) и электролита, обеспечивающего ионную проводимость. Жесткие сепараторы (например, из полимерных материалов) разделяют анод и катод для предотвращения короткого замыкания. В настоящее время на рынке доступны следующие АБ: литий-ионные, никель-металлогидридные и никель-

кадмиевые. Литий-ионные и другие АБ на основе лития имеют самую высокую плотность энергии (на единицу объема или на единицу массы) среди всех аккумуляторов. Литий-ионные аккумуляторы (*LIB*) теперь используются в портативных электронных устройствах, электроинструментах, стационарных источниках питания и медицинских инструментах, а также в военной, автомобильной и аэрокосмической технике. Они, вероятно, станут одними из самых важных устройств хранения энергии в будущем [2].

На рисунке 1 изображены процессы заряда и разряда для обычного *LIB* [3]. В процессе разряда анод окисляется, что приводит к высвобождению ионов *Li* в электролит. В то же время электроны движутся по внешней цепи к катоду.

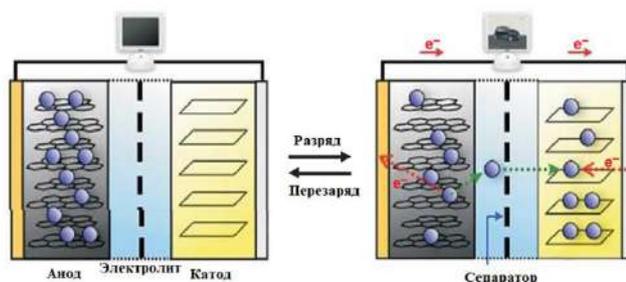


Рисунок 1 – Заряд и разряд литий-ионного аккумулятора. В процессе разряда анод электрохимически окисляется и высвобождаются ионы лития (фиолетовые). В то же время электроны проходят через внешнюю цепь к катоду. Ионы *Li* проходят через электролит и внедряются в катод. При перезарядке аккумулятора происходят обратные процессы.

Ионы *Li* проходят через электролит, чтобы компенсировать отрицательный заряд, протекающий через внешнюю цепь, что приводит к поглощению или внедрению ионов *Li* в катод. При перезарядке аккумулятора происходят обратные процессы.

Энергоотдача АБ зависит от рабочего напряжения (определяемого окислительно-восстановительными реакциями, протекающими на двух электродах) и емкости накопления заряда материалов электродов. Однако батарея не всегда дает столько энергии, сколько теоретически может. Например, когда батарея быстро разряжается для обеспечения высокой мощности, требуется перенапряжение, чтобы управлять электродными реакциями с достаточно высокой скоростью, что снижает рабочее напряжение и, следовательно, энергию. Чтобы свести к минимуму эту потерю энергии, исследователи заинтересованы в выявлении реакций, которые протекают достаточно быстро сами по себе или которые можно надлежащим образом катализировать. Омические потери, возникающие из-за электрического сопротивления электролита и контактных сопротивлений на электродах, также снижают выходную мощность батареи.

Высокая выходная мощность аккумуляторов на основе лития в основном является результатом электрохимических и физико-химических свойств лития. Как самый легкий металл, литий имеет теоретическую гравиметрическую емкость – сохраняемый заряд на единицу веса – 3860 мА·ч/г. Кроме того, *Li* является сильнейшим металлическим восстановителем. Таким образом, литиевый анод создает большую разность потенциалов между анодом и катодом, что приводит к большему выходу энергии.

Однако с использованием металлического лития в качестве анодного материала связаны значительные проблемы безопасности. Когда распределение тока в процессе заряда неравномерно, на поверхности анода могут образовываться дендриты металлического лития, что может вызвать короткое замыкание. Вместо этого аноды распроторонненных *LIB* обычно изготавливаются из углеродистых материалов, таких как графит, которые способны встраивать один атом лития на шесть атомов углерода – LiC_6 – когда батарея полностью заряжена. С целью увеличения анодной емкости исследователи сосредоточились на таких материалах, как кремний, олово, оксиды металлов и сплавы лития [4]. Также ведутся исследования по разработке более безопасных металлических литиевых анодов за счет

улучшения обратимости электроосаждения лития (таким образом уменьшение образования дендритов) или полное предотвращение отложения.

Катоды *LIB* обычно изготавливают из оксидов и фосфатов металлов [5]. Гравиметрическая емкость катодных материалов ограничивается 120–160 мА·ч/г. Анодные материалы, напротив, имеют гравиметрическую емкость 372 мАч/г и более. Разница в емкости материалов анода и катода означает, что катод в *LIB* должен быть в несколько раз массивнее анода. Этот дисбаланс влияет не только на плотность энергии батареи в целом, но и на ее зарядно-разрядные характеристики. Потребность в большем количестве катодного материала означает, что катод будет толще, поэтому ионы лития должны пройти большее расстояние, чтобы подвергнуться встраиванию и вырыванию. Таким образом, особенно важно разработать катодные материалы с более высокой емкостью.

В последнее время исследователи уделяют большое внимание органическим материалам как возможному решению для увеличения катодной емкости. Составляющие органических соединений – углерод, азот, кислород и сера – широко распространены и недороги. Поскольку органические материалы, как правило, аморфны, исключается проблема структурных изменений при заряде и разряде. Более того, химическая перестраиваемость соединений делает их еще более привлекательными. Органические материалы могут быть разработаны для оптимизации емкости, энергии или производительности цикла заряда-разряда.

Органические молекулы, содержащие атомы *S*, *O* или *N*, представляются особенно перспективными. В качестве катодных материалов они могут обеспечивать обратимые и быстрые реакции переноса заряда в дополнение к высокой гравиметрической емкости. В частности, сероорганические соединения с несколькими тиолатными (*S*-) группами широко рассматривались в первую очередь из-за их высокой теоретической гравиметрической емкости. Реакции заряда и разряда основаны на образовании и разрыве дисульфидных связей, поэтому число электронов, переносимых на единицу веса, определяется числом тиолатных групп, которое можно сделать достаточно большим. (Однако они не дают значительных преимуществ с точки зрения объемной емкости, поскольку органические материалы обычно менее плотны, чем неорганические.). Кроме того, сероорганические соединения могут освобождать и захватывать ионы *Li* во время зарядки и разрядки реакций, так что они легко могут быть включены в систему кресло-качалка.

Суперконденсаторы. Суперконденсатор накапливает энергию в виде электростатического заряда на паре электродов. Однако, в отличие от обычного конденсатора, СК хранит заряд в двойном электрическом слое, который формируется на границе между электродом и раствором электролита, как показано на рисунке 2 [6]. Электролитом может быть водный раствор серной кислоты или гидроксид калия, органический электролит, например, ацетонитрил или пропиленкарбонат, ионная жидкость. Как и в *LIB*, полимерные электролиты в виде геля и твердого типа также могут использоваться для повышения безопасности и надежности системы.

Благодаря быстрому механизму накопления и высвобождения заряда СК хорошо подходят для задач, требующих высокой мощности. В частности, они могут накапливать энергию, которая обычно теряется в виде тепла во время повторяющихся движений, например, замедление автомобиля во время торможения. В легких гибридных транспортных средствах для этой цели успешно используются аккумуляторы, но для тяжелых транспортных средств, автобусов и грузовиков, требуется больше энергии, также области применения СК – это управление энергопотреблением в башенных кранах, вилочных погрузчиках и лифтах.

Заряд, который может храниться в СК, пропорционален площади поверхности электродов, поэтому и анод, и катод обычно изготавливаются из активированного угля, пористого материала, площадь внутренней поверхности которого может превышать 1000 м²/г. СК обычно имеют емкость 100–140 Ф/г и плотность энергии 2–5 Вт·ч/кг, что на несколько порядков больше, чем у обычных конденсаторов, поэтому их и называют суперконденсаторами или ультраконденсаторами [7].

Новые типы углеродных материалов, такие как углеродные нанотрубки и нановолокна, изучались в качестве возможных электродных материалов для СК. Они имеют большую площадь поверхности, чем обычный активированный уголь, и, следовательно, обладают более высокой емкостью. Недавние исследования показали, что углеродные материалы с нанопористой структурой могут демонстрировать еще более высокую емкость, якобы потому, что ионы в ограниченной геометрии лишены своих сольватирующих молекул, что уменьшает их эффективный размер [8].

Описанные СК получают свою емкость только за счет двойного электрического слоя и называются конденсаторами с двойным электрическим слоем (*EDLC*). Другой класс СК, псевдоконденсаторы, используют фарадеевские процессы, но все же ведут себя как конденсаторы. Быстрые и обратимые фарадеевские процессы на поверхности электродов в сочетании с нефарадеевским формированием двойного электрического слоя позволяют псевдоконденсаторам хранить гораздо больше энергии, чем *EDLC*.

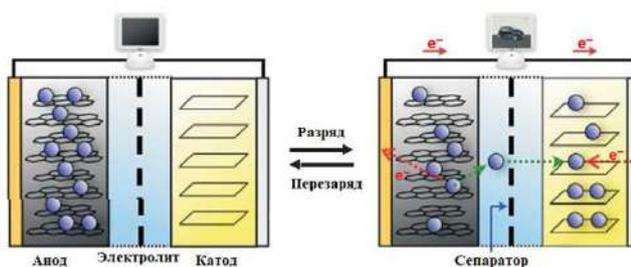


Рисунок 2 – Зарядка и разрядка двухслойного СК. Когда конденсатор заряжается, ионы электролита притягиваются к заряженным электродам. Жесткий разделитель предотвращает короткое замыкание.

Третий класс СК – это асимметричные гибридные конденсаторы, в которых нефарадеевский, или конденсаторный, электрод сочетается с фарадеевским, или аккумуляторным, электродом. Накопитель аккумуляторного типа обеспечивает высокую выходную энергию, а накопитель конденсаторного типа обеспечивает высокую мощность. Высокая выходная мощность в основном связана с тем, что энергия, хранящаяся в конденсаторе, пропорциональна квадрату напряжения на ячейке, как показано на рисунке 3. Например, комбинация углеродного анода, предварительно легированного ионами лития, а катод из активированного угля демонстрирует один из самых высоких выходов энергии среди СК, потому что окислительно-восстановительный химический состав Li допускает рабочее напряжение около 4 В, что выше, чем у любого другого СК.



Рисунок 3 – Во время разрядки напряжение на ячейке идеальной литий-ионной батареи остается постоянным, а напряжение на идеальном электрическом двухслойном конденсаторе убывает линейно.

Заключение. Основные проблемы устройств хранения электроэнергии – это повышение плотности энергии и мощности, цикличность заряда-разряда при сохранении стабильных границ раздела электрод-электролит. Необходимость смягчить объемные и структурные изменения в зоне активного электрода, сопровождающие интеркаляцию и деинтеркаляцию ионов, особенно в случае оксидов металлов, побудила исследователей обратить внимание на наноразмерные системы. Искусственный контроль над архитектурой материалов на нано уровне может привести к революционным прорывам в ключевых параметрах хранения

энергии [9]. Например, адаптированные наноматериалы с очень большой площадью поверхности могут обеспечить высокие и воспроизводимые возможности для накопления заряда и высокую скорость заряда-разряда. Разработка революционных трехмерных архитектур представляет собой новые возможности [10].

Зачастую электролит – это слабое звено в устройстве накопления энергии из-за того, что многие батареи и СК работают при потенциалах, выходящих за пределы термодинамической стабильности электролитных систем. Фундаментальные исследования обеспечат базу знаний, позволяющую разрабатывать новые электролиты из нанокompозитных полимеров, которые смогут улучшить характеристики и срок службы устройств хранения энергии

Важно понимать взаимозависимость материалов электролита и электродов, особенно в отношении переноса заряда и переноса ионов, происходящих на границах раздела. Граница раздела электрод-электролит сложна и динамична, ее необходимо тщательно охарактеризовать, чтобы траектории электронов и сопутствующий транспорт ионов могли быть направлены с большой точностью. Необходимы новые аналитические инструменты для наблюдения за динамикой на границах раздела, в момент образования и в режиме реального времени. Информация, которую будут предоставлять такие инструменты, должна позволять разрабатывать рациональные материалы, что, в свою очередь, приведет к новым материалам, которые будут иметь более длительный срок службы заряда-разряда и смогут хранить больше энергии.

Список литературы

1. *Basic Research Needs for Electrical Energy Storage: Report of the Basic Energy Sciences Workshop on Electrical Energy Storage US Department of Energy [Electronic resource]* / eds. J. B. Goodenough, H. D. Abruña, M. V. Buchanan. – Washington, DC., 2007. - Mode of access : http://www.sc.doe.gov/BES/reports/files/EES_rpt.pdf. – Date of access: 12.03.2022.
2. *Batteries and Electrochemical Capacitors* / D. A. Scherson [et al.] // *The Electrochemical Society Interface* – 2006. – Vol 15. – P. 17-22.
3. *Issues and challenges facing rechargeable lithium batteries* / J.-M. Tarascon [et al.] // *Nature*. – 2001. – Vol 15, № 414 – P. 359-367.
4. Huggins R. A. *Alternative materials for negative electrodes in lithium systems* / Huggins R. A. // *Proceedings of international conference on solid state ionics: materials and processes for energy and environment, Australia, Cairns, 8-13 July 2001. : in 152-154 Vol. / Solid State Ionics.: ed.: S.P.S. Badwal. – Cairns, 2001 –Vol. 152. – P 61-68.*
5. *Lithium Batteries and Cathode Materials* / M. S. Whittingham [et al.] // *Chemical Revue*. – 2004. – Vol. 104, №10. – P. 4271-4302.
6. Long, J. W. *Electrochemical Capacitors: emPOWERING the 21st Century* / Long, J. W. // *Interface*. – 2008. – Vol. 17, №1. – P. 33.
7. *Carbon properties and their role in supercapacitors* / A. G. Pandolfo, A.F. [et al.] // *Power Sources*. – 2006. – Vol 157, №1. – P. 11-27.
8. *Anomalous Increase in Carbon Capacitance at Pore Sizes Less Than 1 Nanometer* / J. Chmiola [et al.] // *Science*. – 2006. – Vol. 313. – P. 1760- 1763.
9. *Nanomaterials for rechargeable lithium batteries* / P. G. Bruce [et al.] // *Angewandte Chemie International edition in English*. – 2008. – Vol 47, №16. – P. 29-30.
10. *Three-Dimensional Battery Architectures* / J. W. Long [et al.] // *Chemical Revue*. – 2004. – Vol. 104, №10. – P. 4463-4492.

UDC 621.355

AND CHEMICAL FEATURES OF BATTERY AND SUPERCAPACITOR ENERGY STORAGE DEVICES

Zbushinskaya M.Y.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Vasilevich V.P. – PhD, full professor, professor of the department of ETT

Annotation. The main types of energy storage devices were observed: lithium-ion batteries and supercapacitors, including their working principles and physical and chemical features of their structure. The main directions of their development were explored: increasing the energy density and power, increasing the charge-discharge cycle, maintaining the stability of the electrode-electrolyte interface.

Keywords: energy storage devices, lithium-ion battery, supercapacitor, charge-discharge characteristics.

УДК 621.382

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТИ ТОНКИХ ПЛЕНОК ДИОКСИДА ГАФНИЯ

*Зырянова А.С.**Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь**Научный руководитель: Телеши Е.В. – старший преподаватель кафедры ЭТТ*

Аннотация. Проведено исследование морфологии поверхности пленок диоксида гафния при их нанесении реактивным ионно-лучевым распылением металлической мишени с использованием метода атомно-силовой микроскопии. Установлено, что после отжига поверхность стала более гладкой и значительно уменьшилось значение средней шероховатости.

Ключевые слова: диоксид гафния, тонкие пленки, реактивное ионно-лучевое распыление, морфология поверхности, атомно-силовая микроскопия, термический отжиг

Введение. Диоксид гафния обладает высокими значениями ширины запрещенной зоны (5,7–8,0 эВ), коэффициента преломления (1,8–2,2). Пленки HfO_2 демонстрируют высокую прозрачность в широкой спектральной области до E_g , при этом сохраняют свои оптические свойства при высоких температурах [1–2]. Диоксид гафния относится к так называемым «*high-k*» материалам, которые перспективны для формирования тонкого подзатворного диэлектрика МОП транзисторов [3]. Такой диэлектрик позволяет электрическому полю затвора проникать на большую глубину или толщину, не снижая остальные электрические характеристики, влияющие на скорость переключения транзистора. При этом эти материалы могут иметь большую толщину, чем диоксид кремния, при сохранении тех же свойств.

При термообработке на воздухе происходит кристаллизация аморфных пленок HfO_2 с образованием тетрагональной моноклинной кристаллической решетки [4]. Т.к. подзатворный диэлектрик имеет толщину ~ 3–5 нм, то важно, чтобы его поверхность была ровной и имела минимальную шероховатость.

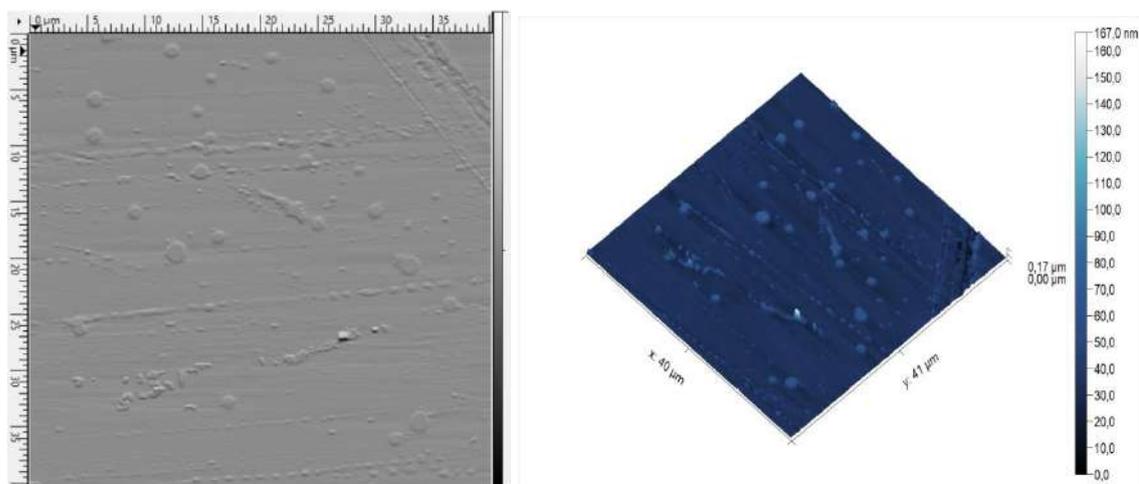
Данная работа посвящена изучению морфологии поверхности тонких пленок диоксида гафния, полученных реактивным ионно-лучевым распылением, с использованием атомно-силовой микроскопии.

Основная часть. Формирование диэлектрической пленки диоксида гафния осуществляли на модернизированной установке вакуумного напыления УРМ 3.279.017. В качестве ионного источника использовался дуолучевой плазменный ускоритель с анодным слоем. Использовалось реактивное ионно-лучевое распыление мишени из гафния марки ГФИ-1 ГОСТ 22517-77 [5]. В качестве рабочих газов использовались аргон газообразный, чистый марки «А», ГОСТ 10157-73 и кислород ГОСТ 6331-78. Для подложек применялся кремний марки КДБ-10. Вакуумный объем откачивался диффузионным насосом, что обеспечило получение остаточного вакуума $2,5 \cdot 10^{-3}$ Па. Рабочее давление смеси аргона и кислорода составляло $3 \cdot 10^{-4}$ Па, ускоряющее напряжение –3,0 кВ, ток мишени – 79–80 мА, температура подложек – 653–663 К. Термообработку структур HfO_2 /кремний осуществляли на воздухе при температуре 653–663 К в течение 30 минут. Морфология поверхности измерялась с применением атомно-силового зондового микроскопа СЗМ *Certus Light V*.

Было получено АСМ изображение площадью 40x41 мкм². При помощи программы обработки данных сканирующей зондовой микроскопии *Gwyddion* оно было обработано для получения более достоверных данных. Изображения поверхности тонких пленок до проведения термической обработки представлены на рисунке 1. Результаты сканирования подложек, прошедших термическую обработку, представлены на рисунке 2.

Установлено, что после отжига поверхность стала более ровной, значительно уменьшилось значение средней шероховатости. До проведения термической обработки на

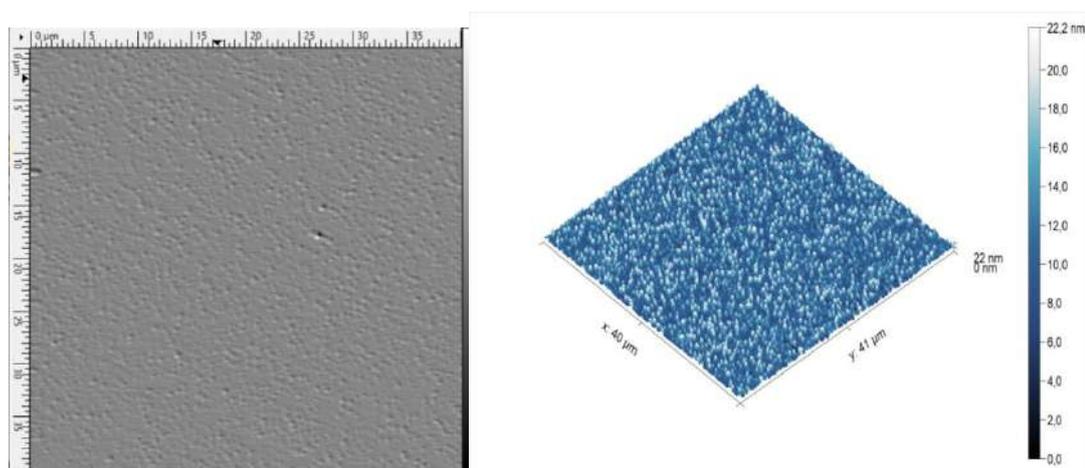
поверхности имеются ярко выраженные наросты, которые были равномерно распределены по поверхности после проведения обработки.



а

б

Рисунок 1 – Плоское (а) и объемное (б) изображения поверхности пленок HfO_2 до отжига



а

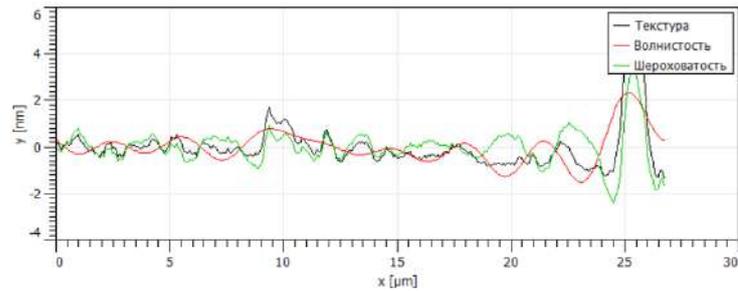
б

Рисунок 2 – Плоское (а) и объемное (б) изображения поверхности пленок HfO_2 после отжига

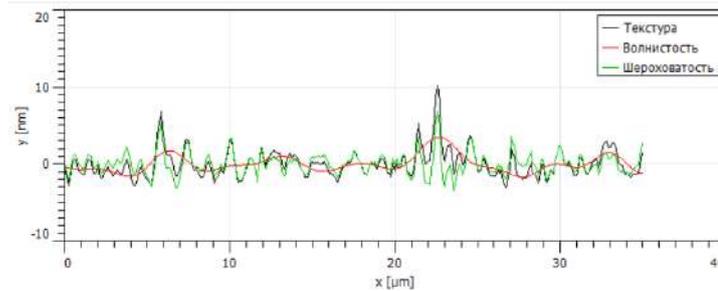
Результаты измерений параметров шероховатости представлены в таблице 1. Проследить значение шероховатости вдоль прямой поперечной линии можно на рисунке 3.

Таблица 1 – Параметры шероховатости

Параметр	Значение	
	До отжига	После отжига
Средняя шероховатость (R_a)	1,34938 нм	1,04288 нм
Максимальная высота шероховатости (R_t)	14,0946 нм	10,0159 нм
Максимальная глубина впадины шероховатости (R_v)	8,94454 нм	3,38205 нм
Средняя максимальная высота профиля (R_z)	7,50995 нм	7,25382 нм
Максимальная шероховатость от пика до впадины ($R_y = R_{max}$)	11,9382 нм	10,0159 нм



а



б

Рисунок 3 – Текстура, волнистость и шероховатость поверхности пленок HfO_2 (а – до отжига, б – после отжига)

Заключение. Проведенные исследования показали, что термический отжиг пленок диоксида гафния, нанесенных на подложки из кремния, привел к улучшению общей морфологии поверхности и уменьшению среднего значения шероховатости. В процессе отжига происходило дополнительное окисление гафния и формирование кристаллической структуры, что может быть причиной улучшения качества поверхности в пленках HfO_2 .

Список литературы

1. Aarik, J. Optical characterization of HfO_2 thin films grown by atomic layer deposition/ J. Aarik, H. Mandar, M. Kirm, L. Pung //Thin Solid Films.– 2004. – V. 466.– № 1–2. – P. 41–47.
2. Zhan, M.Q. Optical, structural and laser induced damage threshold properties of HfO_2 thin films prepared by electron beam evaporation/ M.Q. Zhang et al. //Chin. Phys. Lett. –2005. –V. 22.– № 5.– P. 1246–1248.
3. Huang, A.P. Hafnium based high k gate dielectrics / A.P. Huang, Z.C. Yang, P.K. Chu; Ed. by: P. K. Chu // Advances in Solid State Circuits Technologies. – 2010. – P. 333–350
4. Багмут, А.Г. Фазовые превращения в пленках, осажденных лазерной абляцией Hf в атмосфере кислорода / А.Г. Багмут, И.А. Багмут, В.А. Жучков, М.О. Шевченко// Журнал технической физики, 2012.–Т. 82.–вып.6. – С. 122–126.
5. Зырянова, А.С. Исследование электрофизических параметров тонкопленочных структур HfO_2/Si , полученных реактивным ионно-лучевым распылением / А. С. Зырянова, Е. В. Телеш // Материалы и структуры современной электроники: сб. науч. тр. IX Междунар. науч. конф., Минск, 14–16 окт. 2020 г. / редкол.: В.Б. Оджаев (отв. ред.) [и др.]– Минск: БГУ, 2020.– С. 51–55.

UDC 621. 382

INFLUENCE OF THERMAL ANNEALING ON THE OPTICAL CHARACTERISTICS OF THIN HfO_2 FILMS

Zyrianova A.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Telesh E.V. – senior lecturer of the Department of ETT

Annotation. A study was made of the surface morphology of hafnium dioxide films during their deposition by reactive ion-beam sputtering of a metal target using the method of atomic force microscopy. It was found that after annealing the surface became smoother and the value of the average roughness significantly decreased.

Keywords. Hafnium dioxide, thin films, reactive ion-beam sputtering, surface morphology, atomic force microscopy, thermal annealing

АНАЛИЗ СКОРОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ДЕКАРТОВОГО РОБОТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА «КООРДИНАТНЫЙ СТОЛ»

Каробчиц В.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Тонконогов Б.А. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ЭТТ

Аннотация. Описаны основные принципы работы роботизированного комплекса «Координатный стол». Представлен расчет скорости выхода координатного стола в позицию при разных алгоритмах управления его работой.

Ключевые слова: роботизированный комплекс, декартов робот, координатный стол, шаговый двигатель, драйвер двигателя, алгоритм работы, одноплатный компьютер, шарико-винтовая передача

Введение. Координатный стол представляет из себя роботизированный комплекс технологического назначения, предназначенный для перемещения объектов (заготовок, оснастки) по горизонтальным координатным плоскостям. Существуют две разновидности координатных столов. В первом случае, заготовка или объект манипуляций робота закрепляется на плоскости. Производимые работы ведутся с помощью подвижной головки, на которой устанавливается непосредственно манипулятор (например, лазер, механический захват или камера). Во втором случае манипулятор или, например, маркирующая голова стоит на месте, а подвижной частью является сам предметный столик, на котором размещается объект манипуляции для перемещения заготовки. Второй вариант является более практичным и удобным, так как автоматический стол всегда можно снять и пользоваться станком в более привычном исполнении [1]. Рассматриваемый координатный стол перемещает непосредственно заготовку на предметном столике.

Основная часть. Координатный стол представляет собой устройство, перемещающее объекты по координатным осям X и Y с помощью двух шаговых двигателей. Работу каждого из них контролирует специальный модуль – драйвер двигателей, сигналы на который передает одноплатный компьютер через специальный стабилизатор напряжения, который усиливает сигналы, поступающие с компьютера пользователя. Работоспособность роботизированного комплекса обеспечивает блок питания на 36 Вольт. Подача питания контролируется с помощью двух специальных тумблеров, один из которых подает питание на два драйвера, а другой через стабилизатор, понижающий выходное напряжение до 5 Вольт, обеспечивает работу одноплатного компьютера.

Перемещение объектов по координатам осуществляют два шаговых двигателя модели *CS-M22313* фирмы *Leadshine* с энкодером.

Данные шаговые двигатели относятся к типу гибридных двигателей. Ротор у таких двигателей выполнен из магнитотвердого материала, но имеет форму многоконечной звезды. Количество полных шагов в одном обороте таких двигателей зависит от количества магнитов на звезде ротора и статоре [2].

В качестве драйверов для используемых двигателей будут служить *Leadshine CS-D508*. Управлять работой двигателя будет одноплатный компьютер *Raspberry Pi 4*. В качестве источника питания для двигателей, а также для осуществления работы одноплатного компьютера будет использован блок питания *Leadshine Model RPS369*.

Основной параметр шаговых двигателей (ШД) это количество шагов на 1 оборот. Для работы координатного стола используется распространенное значение для ШД – 200 шагов на оборот или $1,8^\circ$ на шаг. Два шаговых двигателя будут работать с максимально допустимой для них частотой сигналов управления 200 кГц. Для расчета скорости перемещения используется конструктивный параметр винта ШВП *SFU1204-0800* для оси Ox и *SFU1204-1100* – для обеих осей шаг винта (Pp) равен 4 мм. Период одного импульса при частоте 200 кГц равен 0,000005

с. Для поворота ротора на $1,8^\circ$ нужно подать 8 импульсов. Тогда время на поворот ротора на $1,8^\circ$ составит 0,00004 с. Тогда для полного оборота ротора (360°) потребуется 0,008 с. Таким образом угловая скорость каждого двигателя будет равна 125 об/с. Исходя из того, что за один оборот винт передвинется на 4 мм, максимальная конструктивная скорость перемещения координатного стола будет равна 500 мм/с.

В качестве исследования будем измерять время выхода координатного стола на различные требуемые позиции при разных алгоритмах его работы.

1) первый алгоритм: выход координатного стола в требуемую позицию – перемещение каретки координатного стола последовательно: сначала по оси OX , затем по оси OY ;

2) второй алгоритм: выход координатного стола в требуемую позицию – перемещение каретки координатного стола по диагонали с помощью параллельной работы двух шаговых двигателей;

3) третий алгоритм: выход координатного стола в требуемую позицию – перемещение каретки координатного стола с помощью переменной работы двух шаговых двигателей: траектория движения каретки будет совмещать поочередно диагональное, а также вертикальное или горизонтальное перемещение в зависимости от требуемой координаты.

Для расчетов времени выхода в позицию при разных алгоритмах работы координатного стола будем считать, что перемещение осуществляется равномерно из начала координат.

Третий алгоритм реализован следующим образом: перемещение осуществляется поочередно – сначала по диагонали, затем прямолинейно по горизонтали или вертикали (в зависимости от оси с большим значением для конкретной координаты) и т.д. Общее количество участков диагонального и прямолинейного (горизонтального или вертикального) одинаково и равно 20. Для первого исследования будем использовать максимально возможную скорость 500 мм/с. Тогда диагональная скорость будет равна 707 мм/с. Данные работы первого алгоритма представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры первого эксперимента для первого алгоритма

Время выхода в позицию, с	Алгоритм 1	OX	OY	Общее расстояние, мм
t1	0,6	100	200	300
t2	0,72	120	240	360
t3	0,9	150	300	450
t4	1,2	200	400	600
t5	1,5	250	500	750
t6	1,8	300	600	900
t7	2,4	400	800	1200
t8	2,7	450	900	1350
t9	2,7	500	850	1350
t10	2,78	550	840	1390
t11	0,9	150	300	450
t12	1,4	600	100	700
t13	2	100	900	1000
t14	1,98	490	500	990
t15	1,3	450	200	650
t16	1,18	400	190	590
t17	2,24	600	520	1120
t18	1,4	400	300	700
t19	2	600	400	1000
t20	2,3	600	550	1150

Данные работы второго и третьего алгоритма представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры второго эксперимента для второго и третьего алгоритма

Время выхода в позицию	Алгоритм 2	Алгоритм 3	OX	OY	Диагональное расстояние	Общее расстояние алгоритм 3
t1	0,42	0,53	100	200	223,61	241,42
t2	0,51	0,64	120	240	268,33	289,71
t3	0,63	0,8	150	300	335,41	362,13
t4	0,84	1,07	200	400	447,21	482,84
t5	1,05	1,33	250	500	559,02	603,55
t6	1,26	1,6	300	600	670,82	724,26
t7	1,69	2,13	400	800	894,43	965,69
t8	1,9	2,4	450	900	1006,23	1086,4
t9	1,86	2,27	500	850	986,15	1057,11
t10	1,89	2,24	550	840	1004,04	1067,82
t11	0,67	0,85	150	320	353,41	382,13
t12	1,15	1,6	600	100	608,28	641,42
t13	1,71	2,4	100	900	905,54	941,42
t14	1,32	1,33	490	500	700,07	702,96
t15	0,93	1,2	450	200	492,44	532,84
t16	0,84	1,07	400	190	442,83	478,7
t17	1,5	1,6	600	520	793,98	815,39
t18	0,94	1,07	400	300	500	524,26
t19	1,36	1,6	600	400	721,11	765,69
t20	1,53	1,6	600	550	813,94	827,82

Вычислим разницу между пройденными расстояниями и временами, затраченными на прохождение этих расстояний для алгоритмов 2 и 3, и отсортируем, исключая эксперименты, в результате которых разница в скорости и времени совпадает с уже имеющимися данными. Полученные результаты показаны в таблице 3.

Таблица 3 – Разница между пройденными расстояниями и затраченным на эти расстояния временем для алгоритмов 2 и 3

Разница расстояний, мм	Разница времен, с
3	0,01
14	0,05
18	0,08
21	0,1
21	0,08
24	0,09
27	0,13
29	0,14
33	0,34
36	0,17
40	0,2
45	0,18
45	0,21
53	0,25
64	0,26
71	0,34
71	0,31
80	0,38

По имеющимся данным была построена зависимость разницы времени и пройденного расстояния для алгоритмов 2 и 3 (рисунок 1).

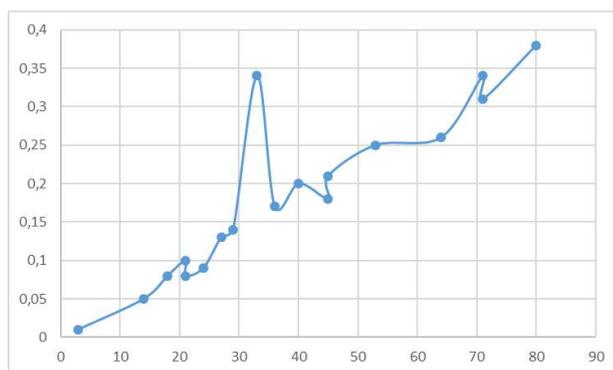


Рисунок 1 – Зависимость разниц во времени от разниц в расстоянии между алгоритмами 2 и 3

Для второго исследования будем использовать скорость 375 мм/с. Тогда диагональная скорость будет равна 530 мм/с. Данные работы второго и третьего алгоритма для второго эксперимента представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Данные второго эксперимента для алгоритмов 2 и 3

Время выхода в позицию	Алгоритм 2	Алгоритм 3	OX	OY	Диагональное расстояние	Общее расстояние алгоритм 3
t1	0,42	0,53	100	200	223,61	241,42
t2	0,51	0,64	120	240	268,33	289,71
t3	0,63	0,8	150	300	335,41	362,13
t4	0,84	1,07	200	400	447,21	482,84
t5	1,05	1,33	250	500	559,02	603,55
t6	1,26	1,6	300	600	670,82	724,26
t7	1,69	2,13	400	800	894,43	965,69
t8	1,9	2,4	450	900	1006,23	1086,4
t9	1,86	2,27	500	850	986,15	1057,11
t10	1,89	2,24	550	840	1004,04	1067,82
t11	0,67	0,85	150	320	353,41	382,13
t12	1,15	1,6	600	100	608,28	641,42
t13	1,71	2,4	100	900	905,54	941,42
t14	1,32	1,33	490	500	700,07	702,96
t15	0,93	1,2	450	200	492,44	532,84
t16	0,84	1,07	400	190	442,83	478,7
t17	1,5	1,6	600	520	793,98	815,39
t18	0,94	1,07	400	300	500	524,26
t19	1,36	1,6	600	400	721,11	765,69
t20	1,53	1,6	600	550	813,94	827,82

Вычислим разницу между пройденными расстояниями и разницу между временами, затраченными на прохождение этих расстояний для алгоритмов 2 и 3 для второго эксперимента, и отсортируем исключая эксперименты, в результате которых разница в скорости и времени совпадает с уже имеющимися данными (таблица 5).

Таблица 5 – Разница между пройденными расстояниями и разниц между затраченным на эти расстояния временем для алгоритмов 2 и 3

Разница расстояний, мм	Разница времен, с
3	0,01
14	0,07
18	0,11
21	0,13
21	0,1
24	0,12
27	0,17

Продолжение таблицы 5

Разница расстояний, мм	Разница времен, с
29	0,19
33	0,45
36	0,23
40	0,27
45	0,24
45	0,28
53	0,34
64	0,35
71	0,45
71	0,41
80	0,5

По имеющимся данным из второго эксперимента были построены зависимости разницы времени и пройденного расстояния для алгоритмов 2 и 3 (рисунок 2).

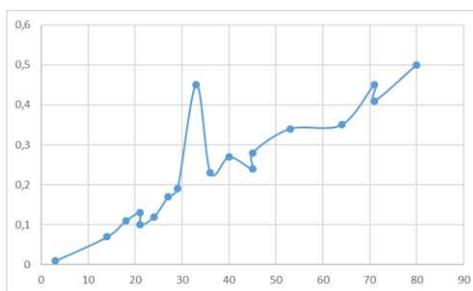


Рисунок 2 – Зависимость разниц во времени от разниц в расстоянии между алгоритмами 2 и 3

Заключение. Таким образом, описаны принципы работы роботизированного комплекса координатный стол, а также произведен расчет скорости выхода координатного стола в позицию при разных алгоритмах управления его работы.

Список литературы

1. Шаговые электродвигатели переменного тока [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа : <https://lemzspb.ru/shagovyye-elektrodvigateli-peremennogo-toka/>. Дата доступа : 13.03.2022.
2. Все о двигателе [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа : <https://avtika.ru/kolichestvo-shagov-na-oborot-shagovogo-dvigatelya/>. Дата доступа : 13.03.2022.

UDC 62-529

MOVEMENT SPEED ANALYSIS OF CARTESIAN ROBOTIC COMPLEX “COORDINATE TABLE”

Karobchys V.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Tonkonogov B.A. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICT

Annotation. The basic principles of operation of the robotic complex "Coordinate table" are described. The calculation of the speed of the output of the coordinate table to the position with different algorithms for controlling its operation is presented.

Keywords: robotic complex, Cartesian robot, coordinate table, stepper motor, engine driver, operating algorithm, single board computer, ball-screw-transmission

УДК 62-91

АНАЛИЗ МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЯ СВЧ МОЩНОСТИ АКТИВНЫМ ЗОНДОМ В СВЧ ПЛАЗМЕ

Кондратьева В.А., Тихон О.И.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Мадвейко С.И – канд.техн.наук, доцент, заведующий кафедры ЭТТ

Аннотация. Выполнен анализ методики измерения СВЧ мощности активным зондом в плазменном объеме. Представлена конструкция активного зонда и структурная схема включения активного зонда в процессе измерений.

Ключевые слова: СВЧ плазма, СВЧ мощность, активный зонд.

Введение. СВЧ плазмотроны технологического назначения применительно к процессам плазмохимического удаления органических материалов обычно конструируются на базе СВЧ резонаторов, в которых возможно локально концентрировать СВЧ мощность, необходимую для возбуждения плазменного СВЧ разряда. СВЧ плазмохимическая обработка материалов предполагает нахождение в плазме обрабатываемых материалов. Используемые в микро- и нанoeлектронике полупроводниковые материалы способны поглощать значительную часть СВЧ мощности, что приводит к их интенсивному разогреву, поэтому при отработке технологических режимов необходимо контролировать величину СВЧ мощности, проникающую в СВЧ плазменный разряд.

Основная часть. Для измерения СВЧ мощности в плазме существует множество методов. Один из наиболее распространённых методов — это зондовый метод. Зонд представляет собой металлический электрод небольших размеров, помещенный в плазму. Обычно зонд связан через источник питания с одним из электродов разрядной камеры [1]. Схема измерения СВЧ мощности активным зондом в плазме представлена на рисунке 1 [2].

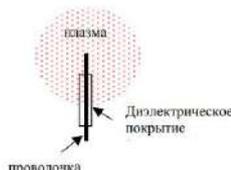


Рисунок 1 – Схема измерения СВЧ мощности активным зондом в плазме [2]

Конструктивно зонд представляет собой металлический проводник, основная часть которого покрыта изоляцией (рисунок 2). Вакуумно уплотнённая с обратной стороны трубка вводилась в рабочую камеру через герметичный ввод в задней торцевой крышке.

Для защиты активного зонда от воздействия плазмы на него надета фторопластовая насадка 3, которая закрывается кварцевым колпачком 4. На втором конце кабеля смонтирован 50-омный кабельный разъем, который включает в себя герметичный ввод, закрепленный на кабеле гайкой, высокочастотный разъем и 50-омный переходник. Посредством последнего активный зонд соединялся с выносным приемным преобразователем СВЧ мощности, который соединялся с измерителем мощности.



1 – центральная жила; 2 – изоляция зонда;
3 – дополнительная фторопластовая изоляция; 4 – кварцевый колпачок
Рисунок 2– Внешний вид «активного зонда»

На рисунке 4 представлен «активный зонд», размещенный в СВЧ разрядной камере. СВЧ активный зонд вводится в рабочую камеру, а его выводы подключаются к измерителю мощности через усилитель. Структурная схема включения активного зонда в процессе измерений представлена на рисунке 5.



Рисунок 4 –Активный зонд, размещенный в СВЧ разрядной камере



Рисунок 5 – Структурная схема включения активного зонда в процессе измерений

Метод активного зонда имеет ряд преимуществ таких, как простота конструкции и сборки, возможность измерения ряд параметров плазмы, а именно мощности, концентрации электронов в плазме, легкость в использовании, доступность материалов.

Заключение. Для проведения технологических процессов к микро- и наноэлектронике СВЧ плазма концентрируется в замкнутых объёмах, поэтому контактные методы измерения параметров плазменного разряда остаются одними из наиболее информативных. Разработка конструкций диагностических устройств и методик измерения параметров плазмы остается актуальной задачей.

Список литературы

1. Козлов О. В. / *Электрический зонд в плазме.* - М.: Атомиздат. 1969
2. Шотт Л. / *Электрические зонды. В кн. Методы исследования плазмы.* - Мир. 1971.

UDC 62-91

ANALYSIS OF THE METHOD OF MEASURING MICROWAVE POWER BY AN ACTIVE PROBE IN MICROWAVE PLASMA

Kondratieva V.A., Tsikhan O.I.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Madveika S.I. – PhD, associate professor, head of the department of ETT

Annotation. The analysis of the method of measuring microwave power by an active probe in a plasma volume is carried out. The design of the active probe and the block diagram of the activation of the active probe in the measurement process are presented.

Keywords: microwave plasma, microwave power, active probe.

УДК 004.584

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОИСКА СХОЖЕЙ АНАТОМИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ НА КТ - ИЗОБРАЖЕНИИ ЛЁГКИХ

Косарева А.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научные руководители: Камлач П.В. – канд. техн. наук, доцент, доцент каф. ЭТТ БГУИР,
Ковалев В.А – канд. техн. наук, доцент, доцент каф. биомедицинской информатики ФПМИ, БГУ

Аннотация. Разработана система поиска схожей анатомической области на КТ-изображении лёгких. Предложены этапы реализации системы со стороны взаимодействия интерфейс-пользователь. Использована библиотека *StreamLit*, её функции и модули, позволяющие разрабатывать интерфейс в упрощённой форме. Процесс поиска похожего слоя КТ-изображения реализован с помощью обученной модели *EfficientNetB0* на размеченном на три класса наборе данных.

Ключевые слова: система поиска схожей анатомической области, КТ-изображение лёгких, нейросетевые дескрипторы, интерфейс, веб-приложение

Введение. Система поиска схожей анатомической области на изображении компьютерной томографии (КТ) лёгких предназначена для поддержки процесса диагностики заболеваний медицинским специалистом. Система должна включать возможность вывода похожих медицинских случаев среди базы изображений и предоставлять специалисту диагностическую информацию о пациенте, его диагнозе и этапах его лечения. В качестве первичного варианта системы была разработана веб-версия, реализованная с помощью библиотеки *StreamLit*.

StreamLit – библиотека *Python* с открытым исходным кодом, которая позволяет создавать простые одностраничные веб-приложения, предназначенные для демонстрации результатов научных исследований в области машинного обучения.

Основная часть. Были выделены следующие этапы взаимодействия пользователя и приложения: загрузка данных пользователем, этап валидации загруженных данных, этап определения класса (Рисунок 1), к которому относится изображение, поиск схожей анатомической области среди базы данных изображений, вывод двадцати ближайших изображений на экран, вывод информации о пациенте к каждому из найденных клинических случаев.

Рассмотрим подробнее каждый из этапов:

1. Загрузка данных (Рисунок 1) была реализована с помощью вложенного модуля загрузки данных, вызывающегося функцией:

```
with st.container():
    st.image(img, channels="BGR", width = 128)
```



Рисунок 1 – Интерфейс поля загрузки данных

2. Валидация данных включала в себя проверку расширения изображения, однако, в дальнейшем планируется реализация определения размерности изображения, проверки

модальности КТ-изображения, проверки изображенной части тела и правильного расположения осей.

3. Определение класса (Рисунок 2) было реализовано с помощью заранее обученной модели *EfficientNetB0* [1]. Обучение проводилось на заранее размеченном наборе данных, разметка содержала три класса изображения: печень, верхние доли лёгких, сердце [2].



Liver

Рисунок 2 – Поле вывода определяемого класса изображения, загруженного пользователем

EfficientNet – свёрточная нейронная сеть, главной особенностью которой являются предопределенные коэффициенты масштабирования для разных моделей данного класса.

При обучении использовались размеченные изображения (по 413 изображений каждого класса). Изображения были масштабированы под размер входа сети (224, 224) и значения яркостей пикселей были приведены к диапазону [-1,1].

4. Поиск похожих изображений был реализован с помощью нахождения расстояния между нейросетевыми дескрипторами изображений из базы данных. Нейросетевыми признаками изображений назывался вектор значений на выходе слоя обученной нейронной сети, предшествующего полносвязному слою:

```
model = keras.models.load_model(PATH_NAME_MODEL)
extract = keras.Model(model.inputs, model.layers[-2].output)
preds1 = extract.predict(img)
```

5. Информация о пациенте выводилась в отдельное окно с помощью функции:

```
with st.expander("Case information"):
    st.write('Sex: Male')
    st.write('Sex: Female')
    st.write('Age:', round(pat_info['age'].iloc[0]))
    st.write('Volume      of      lung      (mm3) : ',
             round(pat_info['volume'].iloc[0]/100000, 2))
    st.write('%Lung:', round(pat_info['%lung'].iloc[0], 2))
```

Данные о пациентах содержали в себе пол, возраст пациента, объем лёгких в мм³ и процентное отношения объема лёгких к объему тела в проекции этих лёгких [3]. Данное поле предполагает наличие информации о диагнозе пациента, назначениях и результатах лечения. (Рисунок 3)

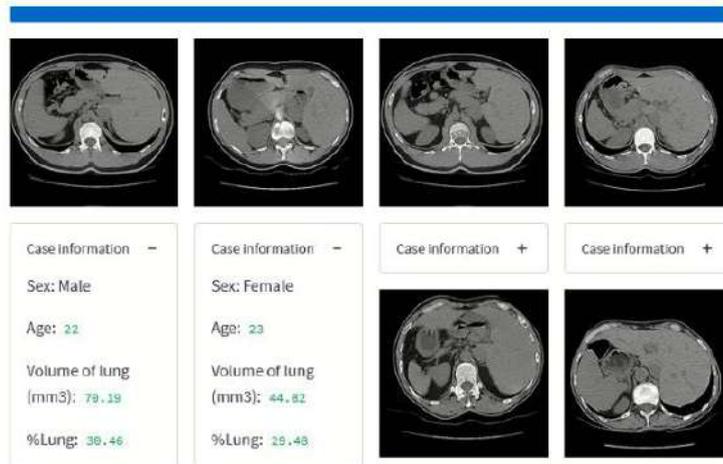


Рисунок 3 – Интерфейс поля вывода схожих изображений и информации о пациентах

Заключение. Данная система позволяет медицинскому специалисту быстро ознакомиться со схожими клиническими случаями, подкорректировать диагноз и план лечения на основе информации, приложенной к каждому случаю. Следующим этапом разработки является тестирование моделей разных архитектур и выбор оптимальной модели для дальнейшего использования.

Список литературы

1. Mingxing Tan and Quoc V Le. *EfficientNet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks*. In *Proceedings of International Conference on Machine Learning (ICML)*, 2019.
2. Yadav, S.S., Jadhav, S.M. *Deep convolutional neural network based medical image classification for disease diagnosis*. *J Big Data* 6, 113 (2019). <https://doi.org/10.1186/s40537-019-0276-2>
3. *Исследование и подготовка архива КТ-изображений патологий лёгких для системы автоматического поиска заданного анатомического участка // BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня : сборник научных статей VII Международной научно-практической конференции, Минск, 19-20 мая 2021 года / редкол.: В. А. Бозуи [и др.]. – Минск : Бестпринт, 2021. – С. 253–257.*

UDC 004.584

DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR FINDING A SIMILAR ANATOMICAL AREA ON LUNG`S CT - IMAGES

Kosareeva A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

*Kamlach P.V. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ETD BSUIR,
Kovalev V.A. - PhD, assistant professor, associate professor of the department of biomedical informatics FPMI, BSU*

Annotation. A system for a similar anatomical area on the lung`s CT-image finding has been developed. The stages of the implementation of the system from the interaction part of the user interface are proposed. A streamlit library, its functions and modules are used, allowing the interface to develop a simplified form. The search process of the similar layer of the CT-image is implemented of using the EfficientNetB0 trained model on the three-class data set.

Keywords: similar anatomical area search system, CT-image of lungs, neural network descriptors, interface, web application

МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫЙ МОДУЛЬ УПРАВЛЕНИЯ СВЕТОДИОДНЫМ РЕКЛАМНЫМ ЩИТОМ

Крушный А.Г.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Лушакова М.С. – старший преподаватель кафедры ЭТТ.

Аннотация. Электронный модуль обладает несколькими способами настройки выводимого текста, шрифта, является универсальным устройством – имеет возможность настройки для разных размеров светодиодного табло.

Ключевые слова: микроконтроллер, светодиодное табло, рекламный щит, модуль управления.

Введение. Светодиодное табло становится полнофункциональным устройством только при наличии программного обеспечения. При помощи программного обеспечения появляется возможность контролировать работу оборудования, регулировать режимы работы, выводить нужную информацию. Как правило, производители табло предоставляют их пользователям со своим программным обеспечением [1].

В настоящее время используется пять основных вариантов для управления и связи с табло, самые популярные из них [2]:

– управление с помощью пульта дистанционного управления – этот способ использует ИК излучение, он подходит если расстояние прямой видимости от места управления до места расположения табло – не более 5 метров. Такой способ подвержен воздействию внешних помех;

– управление по кабелю – самый надежный и простой способ, кабель подключается к *USB* или *COM* порту компьютера, для изменения значений на табло используется специальная программа. Недостатком такого способа является сложность прокладки кабеля, что приводит к увеличению стоимости монтажа табло;

– управление по *Wi-Fi* – простой и эффективный способ управления, ограниченный доступностью сигнала *Wi-Fi*. Недостатки - необходимость приобретения комплекта *Wi-Fi* оборудования, предварительная проверка на месте установки табло уровня мощности *Wi-Fi* сигнала, возможная нестабильность линии связи при возникновении источников помех;

– управление по мобильному телефону – этот способ управления применяется при невозможности использовать все перечисленные выше способы. В табло устанавливается модуль *GSM* и *SIM* карта любого сотового оператора. Набирая специальные команды на телефоне (передача *SMS*), происходит смена информации на табло. В результате можно управление может быть выполнено практически из любого места, где есть сотовая связь.

Из перечисленных вариантов в разрабатываемом устройстве применяется способ управления по кабелю. Таким образом возможно обеспечить лучшую стабильность связи, нет необходимости использовать дополнительное оборудование, простота наладки и подключения, а также выбранная реализация является наиболее экономически целесообразной.

Основная часть. Для рассмотрения принципа работы устройства на рисунке 1 представлена структурная схема модуля управления светодиодным рекламным щитом. Работа электронного модуля начинается с питания. Цепь питания фильтрует и вырабатывает необходимые 5 В для схемы связи ПК с микроконтроллером, схемы ввода данных, датчика температуры и микроконтроллера.

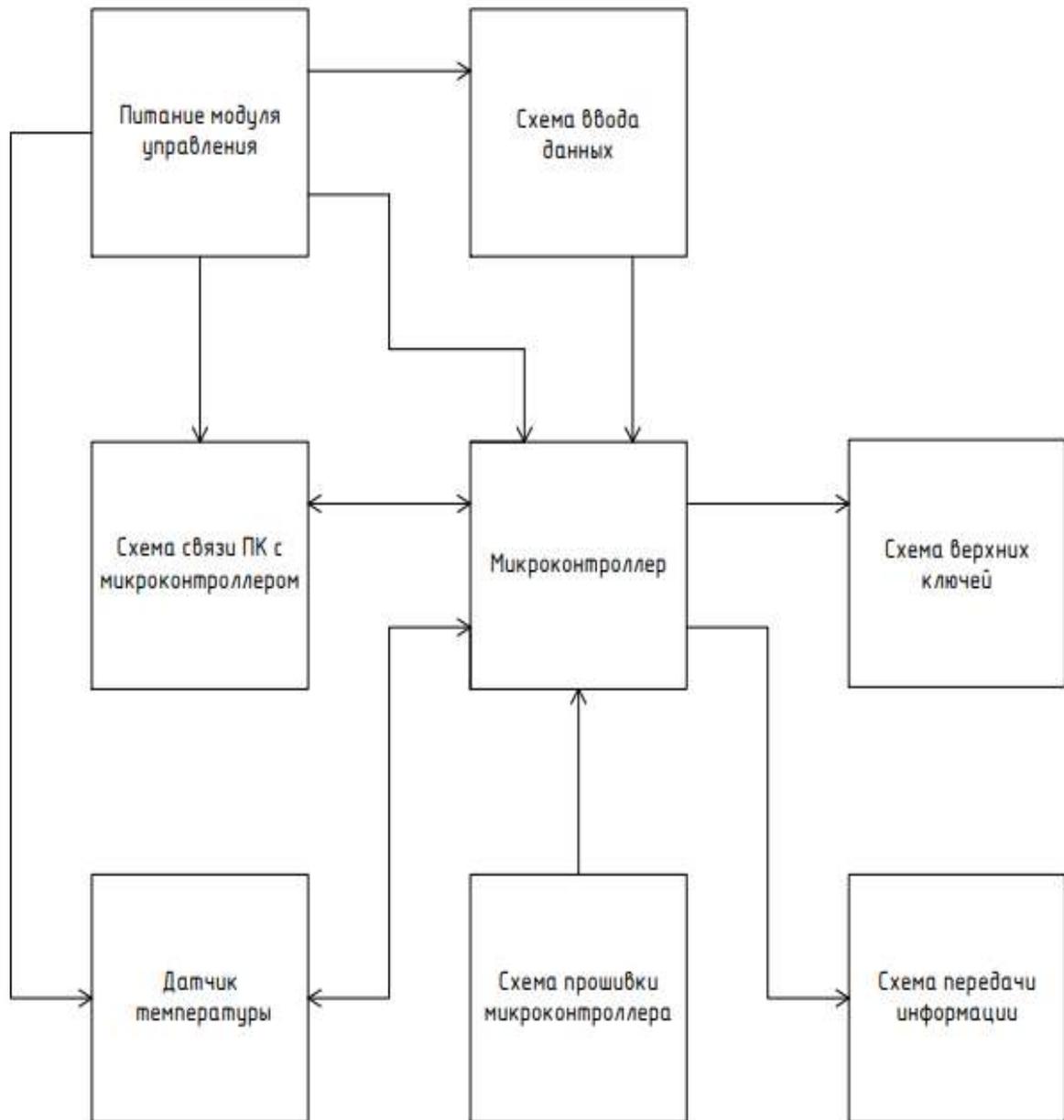


Рисунок 1 – Структурная схема модуля управления светодиодным рекламным щитом

Для редактирования текстовых сообщений на табло имеется 2 способа настройки: через схему связи ПК с микроконтроллером и схема ввода данных. В первом случае используется специальная схема, которая позволяет управлять функционалом светодиодным табло с помощью компьютера, мониторинг изменений отображается на мониторе ПК, для подключения используется *USB* или *COM* порт. Во втором случае к электронному устройству подключается клавиатура, где мониторинг изменений отображается на самом светодиодном табло. Обе схемы связаны с микроконтроллером, который формирует необходимые сигналы для схемы верхних ключей и схемы передачи информации. Схема верхних ключей необходима для передачи сигнала на сдвиговые регистры в светодиодном табло, а схема передачи информации позволяет передать обработанную информацию с микроконтроллера на светодиодное табло.

В основе функционирования модуля выступает микроконтроллер *Atmega 32*, у него имеются все необходимые интерфейсы для обработки информации и её передачи: *I2C*, *SPI* и *UART*. Микроконтроллер является микросхемой, которая позволяет управлять электронным устройством, механизм работы микроконтроллера зависит от его прошивки, в данном случае он обрабатывает всю поступающую информацию и выдаёт сигналы управления в

необходимые узлы электронного устройства. Для удобной наладки микроконтроллера был сконструирован функциональный узел обеспечивающий перенос подготовленной программы для микроконтроллера, называемый схемой прошивки микроконтроллера. В программе контроллера имеются основные графические эффекты, которые позволят выделить информацию и привлечь внимание зрителей к определенным участкам текста. Кроме того, есть возможность одновременно использовать в тексте все 3 шрифта (обычный, полужирный и жирный).

В качестве дополнительного функционала в электронном модуле присутствует датчик температуры, микроконтроллер каждую секунду запрашивает данные у датчика, для точного определения значения температуры.

Заключение. Разработан микроконтроллерный модуль управления светодиодным рекламным щитом. Рассмотрен его принцип работы и основные функциональные узлы, проанализированы виды управления и связи со светодиодным табло и для управления электронным модулем выбрана реализация по кабелю.

Список литературы

1. Информационный экспертный ресурс [Электронный ресурс] - video-ekran.ru/soputstvujushee/soft.html – Дата доступа 22.03.2022.
2. Информационный отдел компании «Элекс» светодиодные технологии [Электронный ресурс] - led-displays.ru/upravlenije.html – Дата доступа 23.03.2022.

UDC 004.318

MICROCONTROLLER CONTROL MODULE LED BILLBOARD

Krushny A.G.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Lushakova M.S. – senior lecturer of the Department of ETT

Annotation. The electronic module has several ways to settings the output text, font, is a universal device - it has the possibility to adjust for different sizes of the LED scoreboard.

Keywords: microcontroller, LED display, billboard, control module

УДК 611.08

ИМИТАТОРЫ ТКАНЕЙ ЧЕЛОВЕКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ

Кудренко И. И., Шутович В. А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Давыдов М. В. – канд. техн. наук, доцент, первый проректор БГУИР

Аннотация: рассматривается перечень материалов, которые могут быть использованы вместо тканей человека в рамках экспериментов по исследованию воздействия на них СВЧ излучений.

Ключевые слова: СВЧ, излучение, ЭМИ, имитаторы биотканей

Введение. Сегодняшнее развитие техники и технологий привело к широкому использованию СВЧ волн во многих областях: медицине, промышленности, средствах коммуникации и передачи данных, военной сфере и др. Но безопасны ли они для человека?

Всемирная Организация Здравоохранения поставила СВЧ на первое место по опасности воздействия на здоровье человека [1], а также появились отчеты, говорящие об эффекте накопления, что может служить причиной появления болезней [2], хотя они могут не проявляться в течение долгого времени.

Для исследования воздействия СВЧ излучения существует несколько проблем: использование человеческих материалов сложно с юридической точки зрения [3], а также сложно их консервировать [4]. Было бы удобно изготавливать имитаторы, близкие по характеристикам к настоящим тканям.

Основная часть. Эксперименты с использованием имитаторов хорошо воспроизводимы и позволяют установить системные закономерности в изменении параметров. Также имеется возможность для сравнения результатов экспериментов на имитаторе со случаями из практики судебно-медицинской экспертизы и военной хирургии для проверки свойств имитатора. Для успешного применения физической модели биологической ткани необходимо при ее создании получить схожие электрические характеристики с реальным биологическим образцом. Имитаторы должны отвечать следующим основным требованиям:

- репрезентативность по отношению к живым тканям;
- воспроизводимость в статистически достоверном объеме;
- доступность, простота в использовании, невысокая себестоимость.

На сегодняшний день существует множество различных разработанных имитаторов биологической ткани. Так как СВЧ волны обладают малой проникающей способностью, то необходимо в первую очередь исследовать их взаимодействие с внешними покровами тела такими, как кожа или глазная ткань.

Имитаторы на основе трикотажа, целлюлозы, войлока, пропитанные растворами солей натрия и кальция, спиртовыми водными растворами, гидрогелями, легко воспроизводятся, но имеют малый срок эксплуатации.

Для получения свойств биотканей использовались волокнистые матрицы на основе целлюлозы с размером пор порядка 10 микрон, смоченные растворами солей металлов [5]. Данный имитатор имеет электропроводность близкую к белому веществу мозга. Но нет данных о диэлектрической проницаемости.

Существуют искусственные кожи, созданные на основе пропитки хлопчатобумажной ткани. В основном используется кирза, бумага-корд, которые пропитываются смесью на основе поливинилхлорида, мочевино-формальдегида, полиамида [6]. Но такие кожи в основном используются в промышленных целях, поэтому воспроизводить их в кустарных способах сложно, а электрические характеристики (электрическая проводимость и диэлектрическая проницаемость) таких имитаторов далеки от реальных.

Наибольшее признание среди имитаторов физических и механических свойств получили 10 и 20 % водные растворы желатина в виде геля, прозрачное глицериновое мыло и баллистический (скульптурный) пластилин. Если есть необходимость длительного хранения результатов эксперимента (например, с целью использования в учебном процессе) предпочтительнее использовать баллистический пластилин, поскольку желатин для этого непригоден. Но для имитирования электрических свойств кожи желатин оказался хорошим вариантом. К тому же легко и относительно быстро изготавливается для проведения опытов. Кроме того, как дешевая и доступная альтернатива человеческой коже может быть использована свиная кожа.

В данном исследовании использовался прямоугольный волновод, работающий в диапазоне частот 8-12 ГГц. В лабораторную установку входят векторный анализатор цепей *Rohde & Schwarz ZNB20* (рисунок 1) и внешний СВЧ генератор с диапазоном частот, соответствующим рабочему диапазону волновода 23 x 10 мм (8-12 ГГц). В состав макета входят анализатор, комплект коаксиально-волноводных переходов, два коаксиальных кабеля, которые подключаются к портам анализатора и к волноводу, и волноводная ячейка с исследуемой тканью. Исследуемый материал полностью заполняет сечение волновода.



Рисунок 1 – Лабораторный макет

Изготовление гелей желатина. Идеальная температура воды составляет примерно 40 градусов Цельсия. Далее добавляем желатин в расчете, чтобы вышли растворы 10% и 20%. Затем необходимо помешивать раствор до момента растворения желатина. После того, как гель станет однородным, на его поверхности может образоваться небольшое количество пены, ее нужно убрать. Затем необходимо охладить смесь примерно до 2-4 градусов. Охлаждать его рекомендуется не менее 8 часов, иначе гель получится не плотный.

Результаты исследования представлены в таблицах 1 и 2, также проводилось моделирование в программном пакете *CST Studio Suite* по методике.

Таблица 1 – Результаты исследования на диапазоне частот 8-10 ГГц

Ткани	Толщина, мм	S1.1, дБ	S2.1, дБ
Кожа (моделирование)	1	-2	-13
	2	-1,5	-14
	5	-1	-22
Свиная кожа	1	-2	-14
	2	-1,8	-17
	5	-1,5	-29
Гель (10%)	1	-2	-17
	2	-1,6	-18
	5	-1,4	-29
Гель (20%)	1	-2	-19
	2	-1,8	-23
	5	-1,4	-31
Кожа (моделирование)	1	-2,5	-15
	2	-1,5	-17
	5	-1	-24

Продолжение таблицы 2

Ткани	Толщина, мм	S1.1, дБ	S2.1, дБ
Свиная кожа	1	-2,5	-15
	2	-2,3	-18
	5	-2	-30
Гель (10%)	1	-2,5	-19
	2	-2,1	-21
	5	-1,9	-31
Гель (20%)	1	-2,5	-22
	2	-2,4	-27
	5	-2,1	-35

Заключение. В результате получены следующие результаты: на частотах 8-12 ГГц в качестве имитатора толщиной 1 мм можно использовать свиную кожу, ее характеристики отражения и прохождения электромагнитного излучения практически полностью соответствуют моделированию; если нужен имитатор с большей толщиной, то лучше использовать желатиновый гель с 10% концентрацией. При частоте 8-12 ГГц этот имитатор показывает более близкие данные к модели.

Список литературы

1. Электромагнитный смог - *Electromagnetic Smog* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://proza.ru/2010/03/22/983/>. – Дата доступа: 21.02.2022.
2. Влияние электромагнитного излучения на здоровье человека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2013/thesis/s112/s112-016.pdf#:~:text=Проблема%20электромагнитного%20излучения%20на%20сегодняшний,законы%2C%20призванные%20регулировать%20уровень%20ЭМИ-> Дата доступа: 22.02.2022.
3. Человеческий биоматериал как объект права [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/chelovecheskiy-biomaterial-kak-obekt-prava>. – Дата доступа: 22.02.2022.
4. Консервирование органов и тканей [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://бмэ.орг/index.php/КОНСЕРВИРОВАНИЕ_ОРГАНОВ_И_ТКАНЕЙ. – Дата доступа: 22.02.2022.
5. Экспресс-оценка воздействия источников электромагнитных импульсов и электроискровых разрядов на имитаторы биологических тканей / Я. Т. А. Аль-Адеми [и др.] // Доклады БГУИР. - 2014. - № 5 (83). - С. 44 - 49.
6. Искусственные материалы для обуви и галантереи [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.otkani.ru/footwearmaterials/footweartextile/3.html>. – Дата доступа: 22.02.2022.

UDC 611.08

HUMAN TISSUE SIMULATORS FOR STUDYING THE IMPACT OF MICROWAVE RADIATION

Kudrenok I. I., Shutovich V. A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Davydov M.V. – PhD, assistant professor, first vice-rector of BSUIR

Annotation. A list of materials that can be used instead of human tissues in the framework of experiments to study the effects of microwave radiation on them is considered.

Keywords: microwave, radiation, EMP, biotissue simulators

УДК 004.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАТОЛОГИЙ АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА SOLIDWORKS

Кудренко И.И., Шутович В.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Давыдов М.В. – канд. техн наук, доцент, первый проректор БГУИР

Аннотация. В работе выполнено имитационное моделирование кровотока аортального клапана человека при патологиях. Были визуализированы такие результаты как: скорость, давление. Исходя из полученных результатов, установлено, что при прохождении кровотока на участке аортального клапана наблюдается изменение скорости и давления

Ключевые слова: аорта, аортальный клапан, аортальная недостаточность.

Аортальный клапан находится на границе левого желудочка сердца и аорты – самой крупной артерии тела. Аортальный клапан состоит из трех плотно прилегающие, треугольные лоскуты ткани, которые называются створки (см. рисунок 1 - 3). Эти створки крепятся к аорте через так называемое кольцо. Сердечные клапаны открываются только в одну сторону. Створки аортального клапана могут открываться только в левый желудочек и кровь выбрасывается в аорту. Когда кровь прошла через клапан и левый желудочек расслабился, створки закрываются, чтобы кровь, которая только что прошла в аорту не забрасывалась в левый желудочек [1].

Недостаточность аортального клапана является одним из видов приобретенных пороков сердца. При недостаточности происходит неполное открытие или закрытие клапана, что приводит к обратному току крови из аорты в левый желудочек.

Аортальная недостаточность характерна для пациентов любого возраста. Бывают случаи, когда дети рождаются с 2-створчатый аортальным клапаном, что делает их больными с рождения, часто заболевание выявляется при присоединении грозного осложнения - инфекционного эндокардита или расслоения аорты [2].

С возрастом у всех людей прогрессирует атеросклероз, вызывая постепенное формирование аортальной недостаточности у некоторой доли населения. Более часто проявляется у людей в возрасте от 45 до 72 лет.

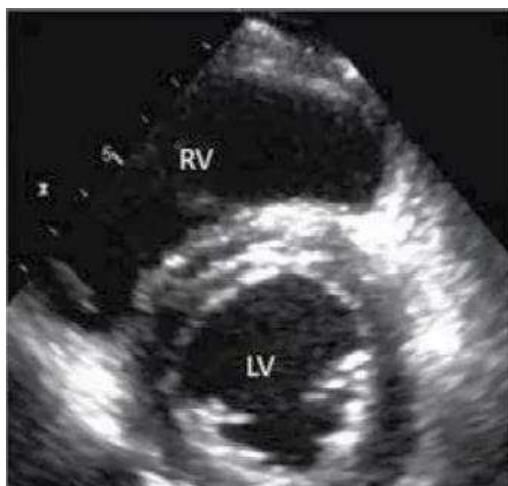


Рисунок 1 – Открытый аортальный клапан

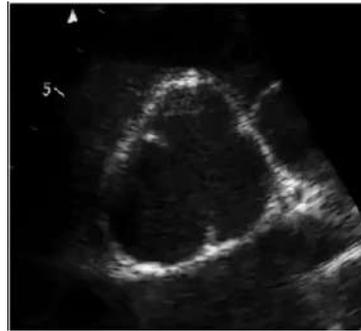


Рисунок 2 – Закрытый аортальный клапан



Рисунок 3 – Закрытый стеноз аортального клапана

Степени порока по количеству регургитируемой крови:

- I степень — объем забрасываемой обратно крови не превышает 15 %;
- II степень — количество крови колеблется в диапазоне от 15 % до 30 %;
- III степень — объем крови составляет до 50 % от сердечного выброса;
- IV степень — в желудочек возвращается более половины от всей крови.

Аорта подразделяется на 3 составные части: восходящая часть, дуга аорты и нисходящая часть (см. рисунок 4) [3].

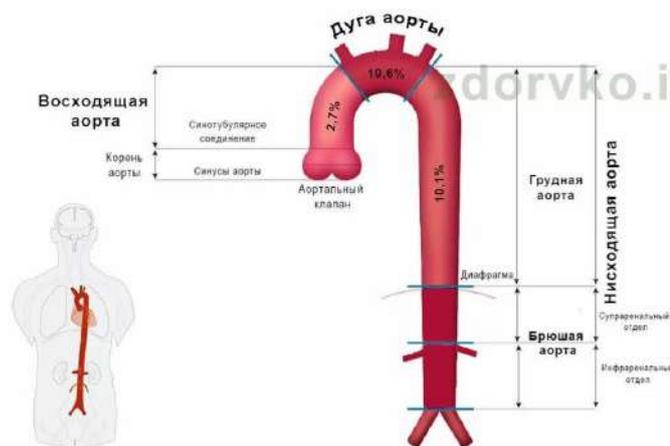


Рисунок 4 – Составные части аорты

Для моделирования аорты с аортальным клапаном использовался программный комплекс *SolidWorks*. На основании полученных результатов были сделаны различные выводы.

Ниже представлена визуализация моделирования скорости и давления потока крови, проведенного во *Flow Simulation* (см. рисунок 5 - 8).

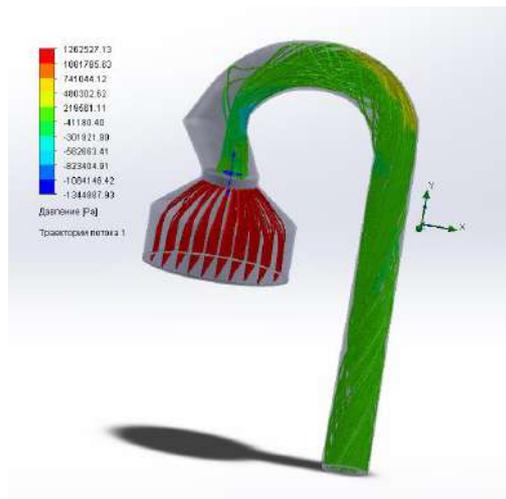


Рисунок 5 – Давление кровотока в аорте при открытом стенозе

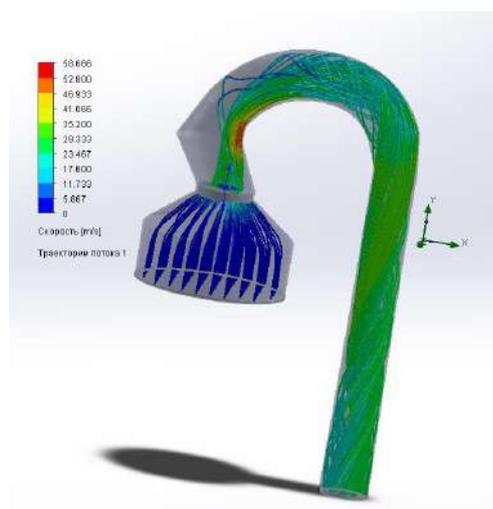


Рисунок 6 - Скорость кровотока в аорте при открытом стенозе

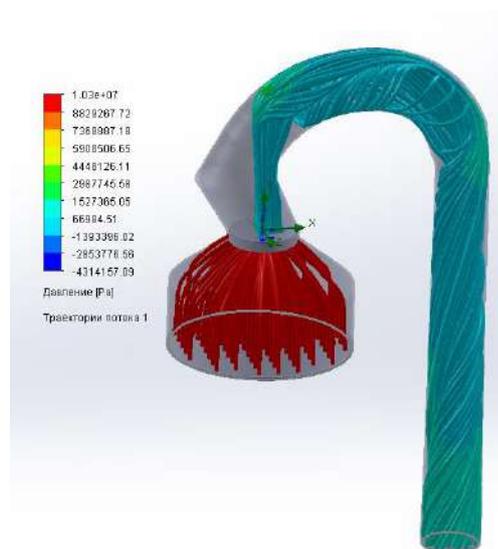


Рисунок 7 - Давление кровотока в аорте при закрытом стенозе

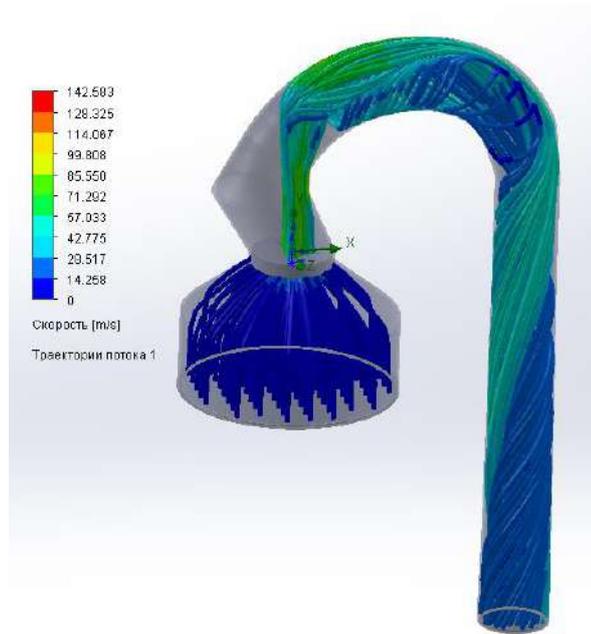


Рисунок 8 - Скорость кровотока в аорте при закрытом стенозе

Исходя из полученных результатов, установлено, что при прохождении кровотока на участке аортального клапана наблюдается изменение скорости и давления. При клапане с закрытым стенозом скорость и давление кровотока после прохождения через клапан будут уменьшаться. При открытом стенозе – давление уменьшается, а скорость – увеличивается.

В программе построены графики, отражающие зависимости основных рассматриваемых параметров крови от поперечного диаметра аортального клапана (см. рисунок 9-10).

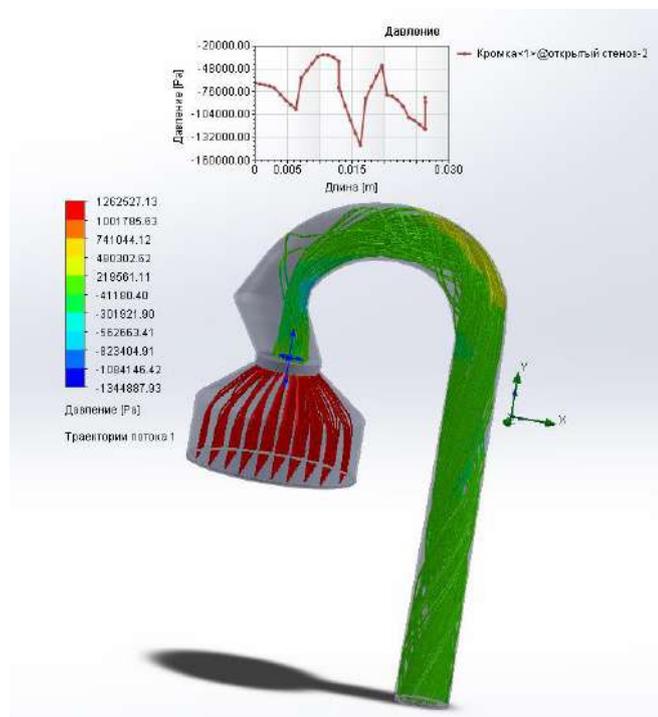


Рисунок 9 – График изменения давления кровотока в аорте при открытом стенозе клапана

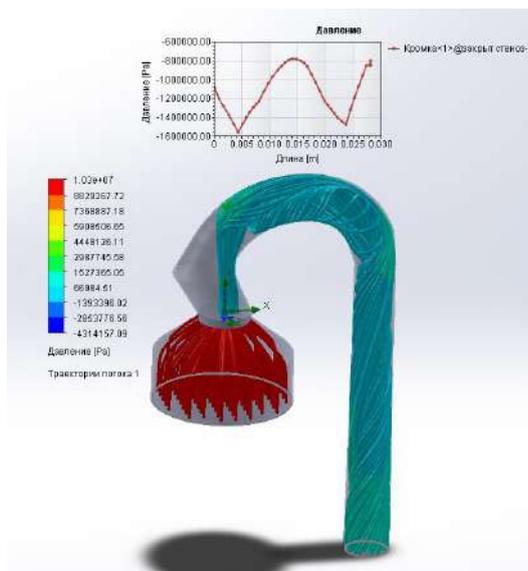


Рисунок 10 – График изменения давления кровотока в аорте при закрытом стенозе клапана

Исходя из полученных результатов, установлено, что на стенках аортального клапана наблюдается изменение давления по мере вхождения клапана в аорту. Мгновенное значение давления на границе клапана и аорты при патологиях приблизительно равны. Это может говорить о том, что наблюдается обратный ток крови. Из-за неполного смыкания створок клапана происходит регургитация крови из аорты в желудочек во время систолы желудочков.

Список литературы

1. Аортальный клапан [Электронный ресурс]. – Электронные данные – Режим доступа: cardiokurort.ru.
2. Аортальная недостаточность сердца [Электронный ресурс]. – Режим доступа: med-practic.com
3. Аорта, части аорты. Артерии и вены сердца [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [zan-9.pdf\(bsmu.by\)](http://zan-9.pdf(bsmu.by))

UDC 004.4

INVESTIGATION OF AORTIC VALVE PATHOLOGIES USING THE SOLIDWORKS SOFTWARE PACKAGE

Kudrenok I.I., Shutovich V.A.

Belarusian State University of Informatic and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Davydov M.V. – PhD, assistant professor, first vice-rector of BSUIR

Annotation. In the work, simulation modeling of the blood flow of the human aortic valve in pathologies was performed. Results such as speed, pressure were visualized. Based on the results obtained, it was found that during the passage of blood flow in the area of the aortic valve, a change in velocity and pressure is observed.

Keywords: aorta, aortic valve, aortic insufficiency.

УДК 611.24

КЛАССИФИКАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ АППАРАТОВ ИСКУССТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЁГКИХ

Куприянов Н.И., Гордиевич А.В., Ревинская И.И.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Камлач П.В. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ЭТТ

Аннотация. Рассмотрены методы искусственной вентиляции лёгких. При анализе классификации аппаратов искусственной вентиляции лёгких по ГОСТ 18856-81 выявлено, что данная классификация является неполной. Предложены дополнения и изменения в существующую классификацию аппаратов искусственной вентиляции лёгких.

Ключевые слова: ИВЛ, аппараты ИВЛ, методы проведения ИВЛ, классификация аппаратов ИВЛ.

Введение. В медицинской практике используются различные виды искусственной вентиляции лёгких (ИВЛ). Так ИВЛ может производиться выдыхаемым воздухом человека, производящего реанимацию, воздухом или кислородом при помощи специальных мешков, а также аппаратов ИВЛ.

Основная часть. В экстренных условиях при остановке дыхания в первую очередь нужно проводить ИВЛ методом «рот в рот» или «рот в нос». При данных способах ИВЛ оказывающий первую помощь больному или пострадавшему вдвует «свой» воздух в легкие пострадавшего. Такой воздух содержит 16 – 18% кислорода, что достаточно для обогащения кислородом крови пострадавшего.

Во время проведения ИВЛ имеет значение объем вдвваемого воздуха, при хороших экскурсиях грудной клетки достаточно 12 раздуваний в минуту для эффективного искусственного дыхания.

Дыхание рот в нос необходимо применять в тех случаях, когда нет опыта по реанимации, а также если челюсти пострадавшего или больного плотно сжаты. При несчастных случаях искусственное дыхание способом рот в рот и рот в нос самое простое и надежное.

В современной реаниматологии для проведения искусственной вентиляции легких применяют специальные воздухопроводы, маски, мешки с масками и аппараты [1].

Аппараты ИВЛ, используемые в настоящее время в отделениях реанимации и интенсивной терапии для взрослых, работают по принципу вдввания в легкие газовой смеси под положительным давлением. В основе ИВЛ лежит уравнение движения, согласно которому величина давления, которое требуется для раздувания легких, зависит от сопротивления, растяжимости, дыхательного объема и инспираторного потока [2].

Прибор способствует поступлению газовой смеси с необходимой и допустимой концентрацией кислорода в легкие пациента под давлением. В процессе его функционирования должна быть соблюдена цикличность воздуха, переключение инспирации и экспирации должно производиться с соблюдением потока, объема и давления воздуха при определенных временных параметрах. На этапе инспирации производится контролируемая вентиляция, в остальных случаях прибор осуществляет поддержку инстинктивному дыханию пациента [3].

На рисунках 1, 2 и 3 изображены классификации аппаратов ИВЛ по ГОСТ 18856-81 [4]. Данный ГОСТ был впервые введен в 1982 году и действует до сих пор.

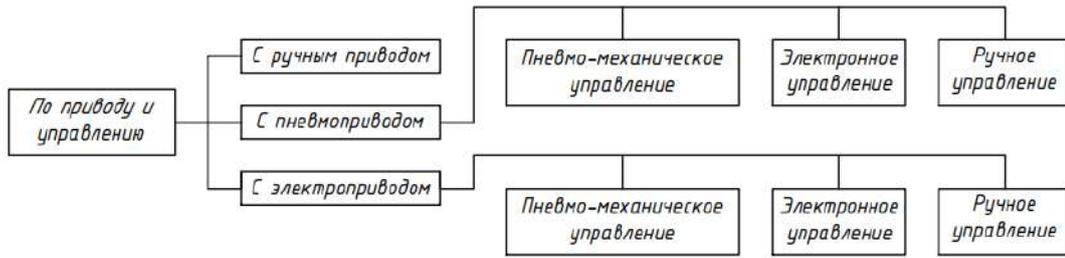


Рисунок 1 – Классификация аппаратов ИВЛ по приводу и управлению

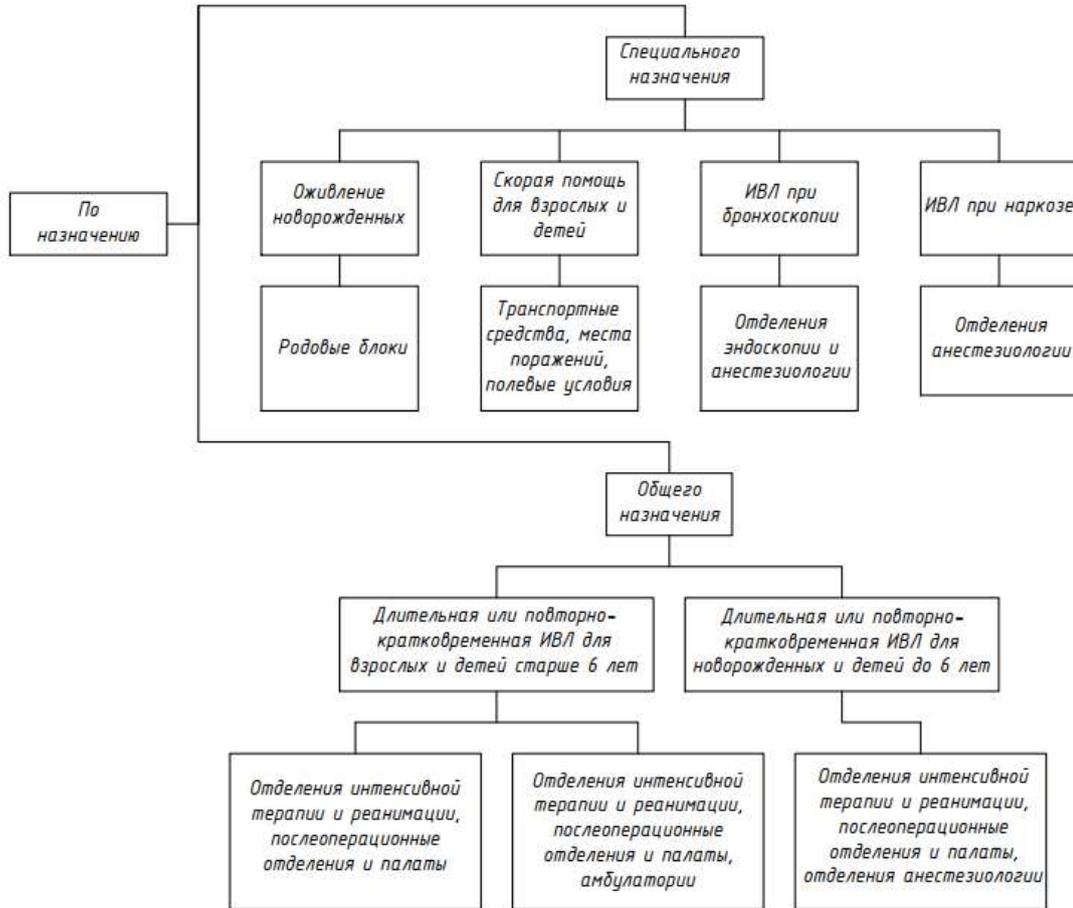


Рисунок 2 – Классификация аппаратов ИВЛ по назначению

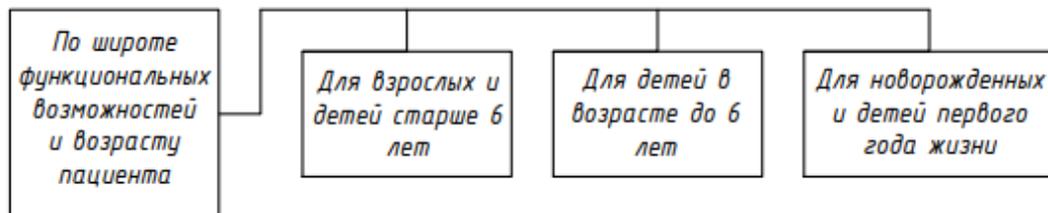


Рисунок 3 – Классификация аппаратов ИВЛ по широте функциональных возможностей и возрасту пациента



Рисунок 4 – Изменённая классификация по приводу и управлению

За прошедшие 40 лет многое изменилось, появились новые виды и методы, применяемые при ИВЛ. Мы предлагаем изменения и дополнения, которые можно внести в существующую классификацию аппаратов ИВЛ. Некоторые параметры классификации устарели и их заменили на другие, изменённая классификация аппаратов ИВЛ по приводу и управлению изображена на рис. 4. На рисунках 5–9 изображены классификации аппаратов ИВЛ, которыми можно дополнить классификацию из ГОСТ 18856-81.

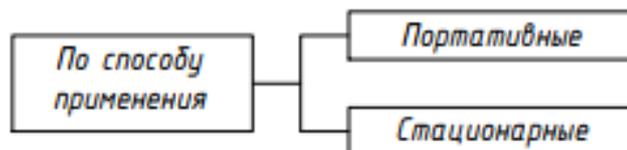


Рисунок 5 – Классификация аппаратов ИВЛ по способу применения

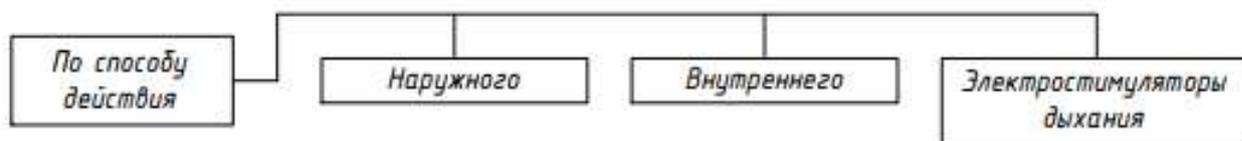


Рисунок 6 – Классификация аппаратов ИВЛ по способу действия

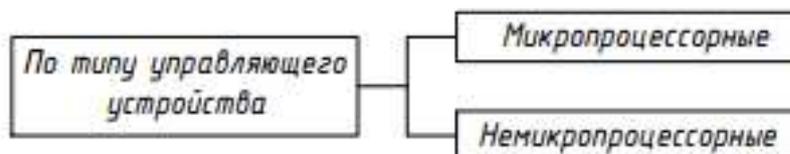


Рисунок 7 – Классификация аппаратов ИВЛ по типу управляющего устройства

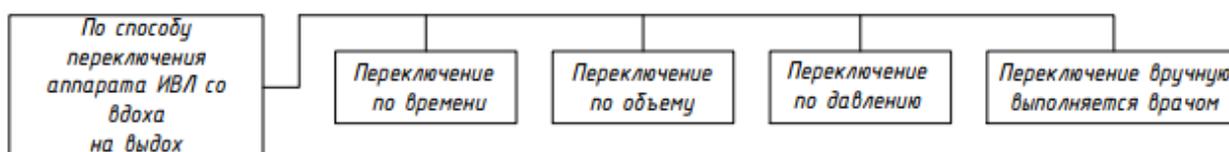


Рисунок 8 – Классификация аппаратов ИВЛ по способу переключения со вдоха на выдох

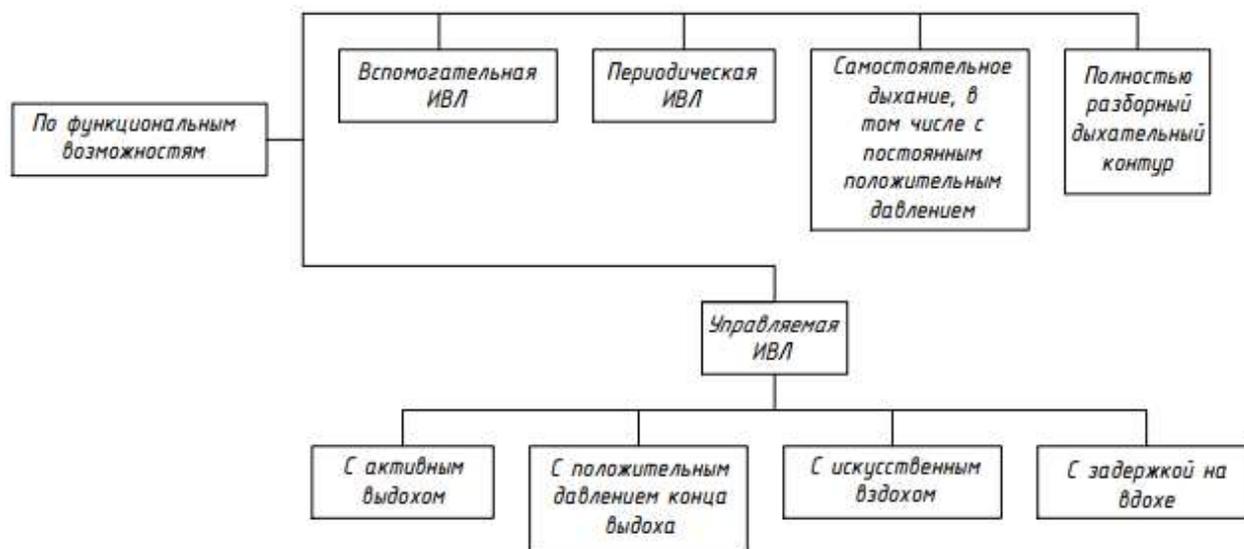


Рисунок 9 – Классификация аппаратов ИВЛ по функциональным возможностям

Заключение. Со временем технологии развиваются, становятся более практичными и разнообразными, но, к сожалению, документацию, такую как ГОСТ, не успевают менять вовремя, чтобы она всегда оставалась актуальной и подходящей под современные технологии. Так ГОСТ 18856-81, введённый в использование в 1982 году, не подвергался серьёзным изменениям и пересмотру и до сих пор считается актуальным, что не соответствует действительности, поэтому в данной работе классификация, приведенная в данном ГОСТе, была изменена и дополнена.

Список литературы

1. Методы искусственной вентиляции лёгких [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://extremed.ru/skorpom/24-dogospital/594-2010-11-18-11-10-52>. – Дата доступа: 13.03.2022.
2. Гесс, Д.Р. Искусственная вентиляция лёгких / Д.Р. Гесс, Р.М. Качмарек. – Москва: БИНОМ, 2009. – 432 с.
3. Аппарат ИВЛ: принцип работы, клинические показания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://stormoff.ru/mediacenter/articles/article_249/. – Дата доступа: 13.03.2022.
4. Аппараты ингаляционного наркоза и искусственной вентиляции лёгких. Общие технические требования. Методы испытаний: ГОСТ 18856-81. – Введ. 1982-07-01. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 36 с.

UDC 611.24

CLASSIFICATION OF MODERN VENTILATORS

Kupryianau M.I., Hardziyevich A.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kamlach P.V. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of EET

Annotation. Methods of artificial lung ventilation are considered. When analyzing the classification of artificial lung ventilation devices according to GOST 18856-81, it was revealed that this classification is incomplete. Additions and changes to the existing classification of artificial lung ventilation devices are proposed.

Keywords: artificial lung ventilation, ventilators, methods of ventilating, classification of ventilators.

УДК 629.1.05

БОРТОВАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ АВТОМОБИЛЯ С РЕЧЕВЫМ ВЫВОДОМ ИНФОРМАЦИИ

Курзенков М.С.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Лушакова М.С. – старший преподаватель кафедры ЭТТ

Аннотация. Разработана конструкция и описаны функции бортовой системы контроля автомобиля. Устройство функционирует на микроконтроллере семейства *ATMEL AT89C51ED2*. Выявлены преимущества представленного устройства.

Ключевые слова: система контроля, автомобиль, микроконтроллер

Введение. Современные автомобили оснащены большим количеством информационных приборов и сигнальных ламп, служащих для контроля работоспособности их основных систем. Однако получаемая с их помощью визуальная информация, с одной стороны, требует отвлечения внимания водителя от контроля дорожной ситуации, а также в некоторых случаях недостаточно удобна, так как информация может быть замечена не вовремя. Эта проблема особенно актуальна для автолюбителей с небольшим водительским стажем [1].

Бортовая система контроля – эта информационная система, созданная с целью предупреждения водителя о появлении неисправностей, повреждении агрегатов автомобиля или нарушении основных функциональных узлов. С помощью системы контроля водитель, находясь за рулём автомобиля, имеет возможность проверить готовность основных параметров автомобиля и определить в случае неисправности возможные проблемы, связанных с пред выездным техническим обслуживанием. Устройство автоматически осуществляет контроль за состоянием систем автомобиля и выдает полученную информацию на дисплей, а также включается синтезатор речи, с командой, говорящей о неисправности.

Основная часть. Бортовая система содержит микроконтроллер семейства *ATMEL AT89C51ED2*. Данный микроконтроллер является 8-битной, высокопроизводительной КМОП *Flash* версией микроконтроллера *80C51* с *Flash* памятью 64КБ для кода и данных и *EEPROM* 2048 байт для энергонезависимого хранения данных. *Flash* память может быть запрограммирована в параллельном или последовательном режиме с использованием *ISP* или *ПО*. Напряжение программирования генерируется от стандартного вывода *VCC*. Это устройство сохраняет все функции *Atmel 80C52* и добавляет программируемый массив счетчиков, 1792 байта *XRAM* и аппаратный сторожевой таймер. К входам *AT89C51ED2* подключены датчики неисправности ламп сигналов торможения и габаритных огней, открытых дверей, ремней безопасности, уровней масла, омывающей и охлаждающей жидкостей, а выходы соединены с устройствами графического и звукового оповещения [2].

Количество контролируемых параметров может изменяться и добавляться в зависимости от количества предъявляемых требований к надежности систем, обеспечивающих безопасность дорожного движения и влияющих на надежность автомобиля.

Основными контролирующими функциями, реализуемыми в бортовой системе контроля автомобиля, являются:

- индикация неисправности сигналов торможения;
- индикация неисправности осветительных приборов;
- индикация открытого состояния двери или багажника;
- индикация низкого уровня охлаждающей жидкости в двигателе;
- индикация перегрева двигателя;
- индикация низкого уровня и давления масла;
- индикация низкого уровня жидкости в баке омывателя;

- индикация чрезмерного износа тормозных колодок;
- индикация зарядки аккумулятора;



Рисунок 1 – Функциональный алгоритм работы устройства

Данный алгоритм работает так, что при включении питания звучит сигнал, оповещающий о включении системы и её правильной работе. Далее система опрашивает датчики тех узлов, которые необходимо проверить до выезда [3].

Первым шагом производится контроль уровня эксплуатационных жидкостей (масла, охлаждающей жидкости и омывающей жидкости). Контроль осуществляется с помощью датчиков на основе геркона и плавающего кольцевого магнита. Геркон помещают в герметичный цилиндр, по которому перемещается поплавков с кольцевым постоянным магнитом. Когда уровень эксплуатационных жидкостей в норме, поплавок фиксируется в верхнем положении стопором, а магнит замыкает контакты геркона. При понижении уровня жидкости ниже критического поплавок опускается, контакты геркона размыкаются и формируется аварийный сигнал, а информатор произносит слово "Внимание" и вслед за ним звучит фраза, соответствующая данному алгоритму. В том случае, когда через 10 с положение не изменилось, звучит слово "Повторяю" и снова воспроизводится то же сообщение.

Вторым этапом проверяется состояние электрических цепей осветительных приборов. Контроль осуществляется путем измерения электрического тока в проводах, подключенных

к соответствующим лампам, и в случае неисправности звучит фраза о неисправности сигнальных ламп или габаритных огней.

Далее проводится контроль работы двигателя. Если он находится в выключенном состоянии, алгоритм возвращается к началу, в том случае, если двигатель работает на высоких оборотах, звучит фраза "Аварийные обороты двигателя". Далее осуществляется измерение давления масла.

Важным этапом является проверка бортового напряжения и работоспособности поворотников. Далее производится опрос датчиков дверей и ремней безопасности, и в случае, когда датчики находятся в нужном положении, система продолжает работать в циклическом режиме.

Заключение. Разработана бортовая система контроля автомобиля с речевым выводом информации. Данное устройство выполнено с учетом современной элементной базы и лучшими конструктивными решениями. Бортовая система контроля в данном исполнении является хорошим функциональным решением для обеспечения безопасности водителя.

Список литературы

1. Бортовая система контроля с речевым выводом информации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cxem.net/avto/electronics/4-11.php>
2. Бортовая система контроля. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://eljbi.ru/bortovaya-sistema-kontrolya/>
3. Тенденции развития автомобильного бортового электронного оборудования. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.autoezda.com/20140706095101/704tendenciiozvtuky.html>

UDC 629.1.05

ON-BOARD VEHICLE CONTROL SYSTEM WITH VOICE OUTPUT OF INFORMATION

Kurzenkov M.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Lushakova M.S. – senior lecturer of the Department of ETT

Annotation. The onboard control system of the car with speech output of information is investigated. The design and functions of this device are developed. The onboard control system operates on an *ATMEL AT89C51ED2* family microcontroller. The advantages of the presented device are revealed.

Keywords: control system, car, microcontroller

РАЗДЕЛЕНИЕ ИМПУЛЬСОВ НЕЙТРОННОГО И ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ СЦИНТИЛЛЯТОРА $CLYC:Ce$ С ПОМОЩЬЮ ОЦЕНКИ СКОРОСТИ СБОРА ЗАРЯДА

Лагуцкий И.А., Пигаль Р.В., Паскробка Г.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Давыдов М.В. – канд.техн.наук, доцент, первый проректор БГУИР

Аннотация. Рассмотрен метод разделения импульсов нейтронного и гамма-излучения сцинтиллятора $CLYC:Ce$ с помощью оценки скорости сбора заряда. Проведено моделирование рассматриваемого метода с использованием аппроксимированных импульсов с целью оценки возможности применения в устройствах детектирования нейтронного и гамма-излучения.

Ключевые слова: гамма-излучения, нейтронное излучение, разделение импульсов, сбор заряда, сцинтиллятор $CLYC:Ce$

Введение. Современные тенденции развития инструментов радиационного контроля, которыми пользуются различные службы безопасности требуют миниатюризации, повышения автономности и увеличения эффективности работы приборов.

Примером повсеместно используемых устройств радиационного контроля являются персональные радиационные детекторы (ПРД) и спектрометрические персональные радиационные детекторы (СПРД). Используемые в них нейтронные и гамма-каналы должны позволять с высокой точностью определять наличие различных источников ионизирующего излучения. Однако зачастую нейтронный и гамма-каналы выполнены в подобных устройствах отдельно, что приводит к усложнению прибора, увеличению его габаритов, повышению энергопотребления.

Сцинтиллятор $CLYC:Ce$ (Cs_2LiYCl_6 активированный Ce) является перспективным для применения в такого рода детекторах по нескольким причинам [1]:

- достаточная чувствительность к гамма-излучению;
- наличие чувствительности к тепловым нейтронам (благодаря наличию 6Li в составе);
- высокое разрешение в гамма-спектрометрическом канале (до 4,5 % для энергии 662 кэВ), что позволяет значительно ускорить идентификацию в СПРД;
- возможность достаточно четко разделить импульсы от нейтронов и гамма-квантов;
- возможность увеличения чувствительности к нейтронному излучению за счет обогащения 6Li (вплоть до 95%), что повышает чувствительность к нейтронам приблизительно в 4 раза.

Основная часть. Особенностью применения литийсодержащих кристаллов в задачах отдельного детектирования гамма-излучения и нейтронов является то, что сцинтилляции, вызываемые данными частицами, имеют различную форму, а именно отличается скорость нарастания фронта импульса и соотношение экспоненциальных составляющих импульсов [2]. Кристалл $CLYC:Ce$, который имеет в своем составе литий, не является исключением (рисунок 1). Можно заметить, что для нейтронного излучения скорость нарастания фронта значительно меньше и большая часть заряда сосредоточена «хвосте» импульса.

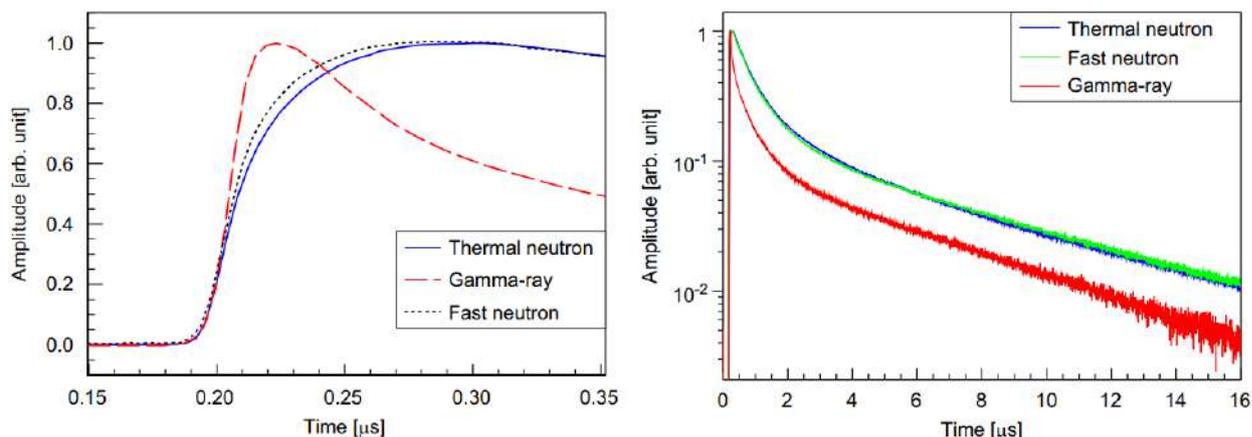


Рисунок 1 – Вид импульсов от нейтронного и гамма-излучения на сцинтилляторе CLYC:Ce

Благодаря столь характерным различиям в форме импульсов имеется возможность качественно определять тип частицы, которая вызвала сцинтилляцию. Разделение импульсов в большинстве случаев производится с использованием метода оценки скорости сбора заряда. Суть метода заключается в том, что собираемый с фотоэлектронного умножителя заряд интегрируется в двух окнах – коротком и длинном. Заряд Q_{prompt} , определяемый в коротком окне, вычисляется с начала импульса. Заряд длинного окна, он же «задержанный» заряд $Q_{delayed}$, вычисляется с момента окончания короткого окна. Зная эти значения, можно рассчитать PSD -фактор (*Pulse-Shape Discrimination*), который в большинстве случаев определяется следующим образом:

$$PSD = \frac{Q_{prompt}}{Q_{delayed}}. \quad (1)$$

Значение PSD будет характеризовать скорость сбора заряда, т.е. форму сцинтилляции, и отличаться для импульсов гамма-излучения и нейтронов. В ходе оптимизации подбираются такие длины окон, чтобы для различных видов излучения разница PSD была максимальной.

Согласно имеющимся данным оптимальными размерами окон являются 104 нс и 680 нс [2]. При этом для работы спектрометра так же необходимо вычислять заряд Q_{total} , который соответствует энергии частицы, которая вызвала сцинтилляцию. Данный заряд вычисляется с момента начала импульса, до его окончания, которое обычно составляет 15 мкс для кристаллов *CLYC:Ce*. Таким образом требуется вычисление трех составляющих в разных окнах, что приводит к увеличению необходимых вычислений и дополнительному расходу памяти в портативных устройствах. При этом исследования показывают, что PSD -фактор чрезвычайно чувствителен к выбору короткого окна, а выбор длинного окна уже в меньшей мере влияет на качество разделения различных видов излучения.

Таким образом с целью оптимизации вычислительных операций в мобильных устройствах удобнее рассчитывать PSD -фактор с использованием только параметров полного заряда и заряда в коротком окне:

$$PSD = \frac{Q_{prompt}}{Q_{total}}. \quad (2)$$

Данный вариант расчета имеет определенные недостатки, так как значение короткого окна содержится как в числителе, так и в знаменателе, что приводит к загромождению результата и снижению контрастности (различий в значениях PSD для гамма-квантов и нейтронов). Дальнейшее моделирование показало, что влияние данных факторов ухудшило возможности по разделению импульсов в области высоких значений заряда, в которой происходит

регистрация нейтронов. Несмотря на свои недостатки, применение формулы 2 дает такое преимущество, как ограничение диапазона значений. При использовании в знаменателе значения полного заряда PSD -фактор всегда находится в пределах от 0 до 1. В случае же вычитания в знаменателе значения короткого окна, значения PSD могут быть значительно больше 1 для сигналов малой амплитуды, когда происходит неполное интегрирование заряда в коротком окне из-за ошибки определения начала импульса.

Основываясь на экспериментальных данных и данных исследований [2-4] была произведена аппроксимация импульсов нейтронного и гамма-излучения для отработки алгоритма разделения импульсов нейтронного и гамма-излучения.

Аппроксимированный сигнал представляет из себя сумму нескольких импульсов с разными постоянными времени и соотношением амплитуд. Для сцинтиллятора CLYC:Ce аппроксимация проводилась по следующей формуле:

$$S(t) = k \cdot \sum_{i=1}^N (A_i \cdot \exp(-t/\tau_i)) \cdot (1 - A_i \cdot \exp(-t/\tau_i)), \quad (3)$$

где k – коэффициент, отвечающий за амплитуду сигнала;

N – количество аппроксимирующих импульсов;

A_i – относительный вклад i -го импульса в сигнал;

τ_i – постоянная времени i -го импульса.

Значения вкладов импульсов и постоянные времени, используемые при аппроксимации представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения коэффициентов аппроксимации

№ импульса	Относительный вклад (A_i)		Постоянная времени (τ_i), нс	
	Гамма-квант	Нейтрон	Гамма-квант	Нейтрон
1	150	0	2	2
2	730	0	30	30
3	85	85	600	570
4	22,8	22,8	4820	4490
5	5,5	5,5	7500	7500

На рисунке 2 представлено сравнение аппроксимированного и реального импульсов гамма-излучения.

С использованием данных аппроксимации было произведено моделирование алгоритма разделения импульсов. С целью имитации реальных импульсов сцинтиллятора, генерируемые импульсы имели случайные вариации в соотношении амплитуд и постоянных времени экспоненциальных составляющих импульсов.

Вычисление PSD -фактора производилось по формуле 2. Результаты, полученные в ходе аппроксимации и вычисления PSD -факторы сопоставимы с результатами исследований [2, 3] с учетом поправки на идеализированную форму импульса. На рисунке 3 представлен полученный двумерный график PSD -фактора, в котором интенсивность точки соответствует количеству зарегистрированных импульсов с данным значением заряда и PSD -фактора.

Как видно из графика, примененный метод расчета PSD -фактора показывают хорошие результаты и можно с высокой достоверностью разделять импульсы от гамма-излучения и нейтронов с помощью двух параметров: выбора окна PSD -фактора и окна энергии (суммарного заряда). Согласно полученным результатам, можно выделить следующие границы:

– нейтронному излучению соответствует область со значениями $PSD < 0,4$ и значением заряда 750-1050;

– Гамма-излучение находится во всем диапазоне значений заряда при $PSD > 0,5$.

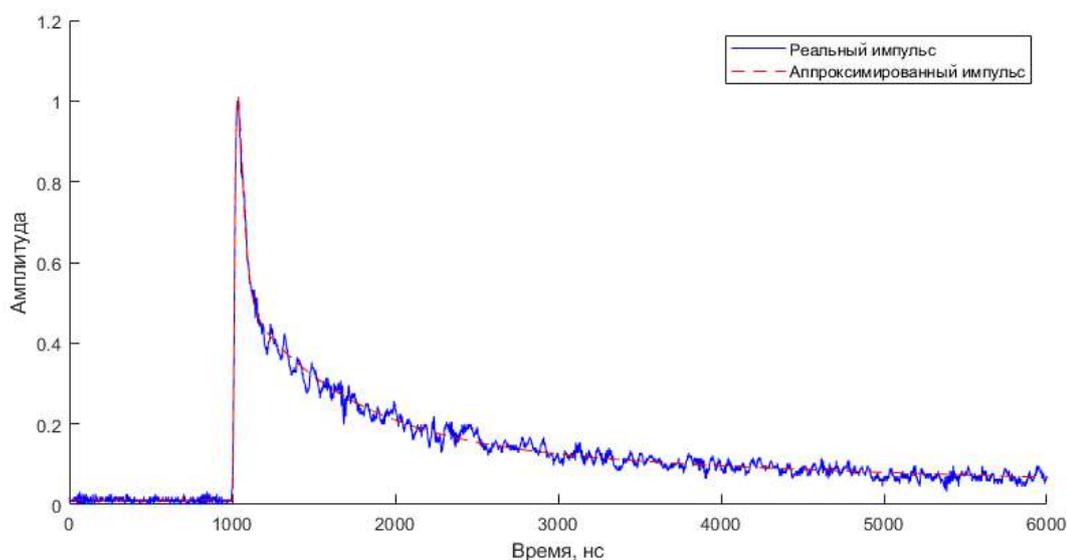


Рисунок 2 – Вид реального и аппроксимированного гамма-импульса сцинтиллятора *CLYC:Ce*

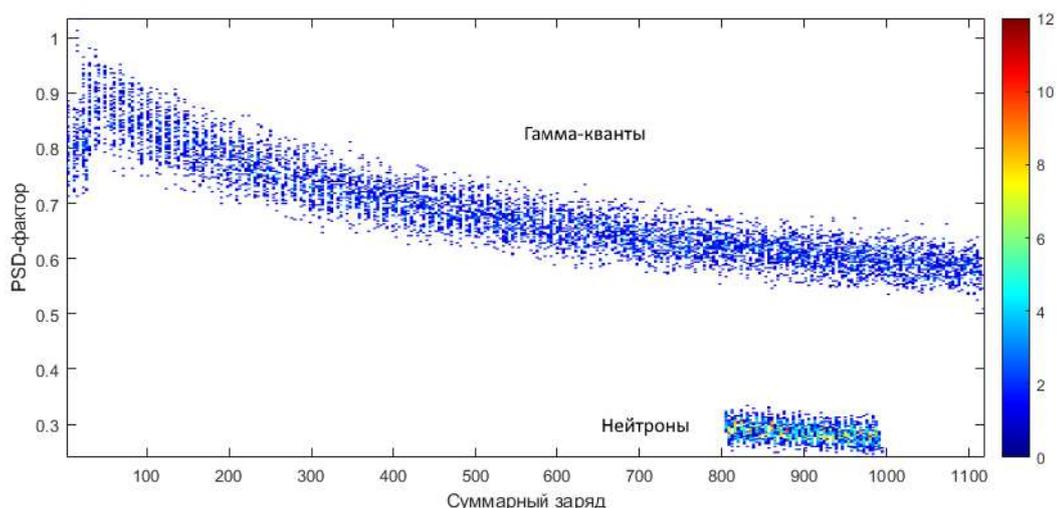


Рисунок 3 – Двумерный график *PSD*-фактора

Совокупность двух факторов необходима для отсеивания искаженных импульсов, которые могут быть распределены в пределах всего графика. Искажения могут возникать из-за случайного наложения импульсов, неправильного определения его начала (слишком высокий/низкий уровень определения), собственного шума устройства и других факторов, которые в данной модели не учитывались.

Заключение. Применение сцинтиллятора *CLYC:Ce* является перспективным для решения задачи отдельного детектирования гамма-излучения и нейтронов. Основной проблемой, которую требуется решить при проектировании устройств радиационного контроля с использованием данного сцинтиллятора, является разделение импульсов от различных видов ионизирующего излучения. В большинстве случаев для разделения импульсов используется метод оценки скорости сбора заряда. Суть метода заключается в анализе заряда, собираемого в двух временных окнах и определении соотношения их.

Одной из особенностей вычисления *PSD*-фактора является то, что для его оценки используются два дополнительных временных окна для его вычисления, что требует проведения дополнительных вычислений. В практических задачах это может привести к

значительному увеличению вычислительных ресурсов. В связи с этим рассмотрена возможность применения упрощенного метода расчета PSD -фактора с использованием только одного окна и значения полного заряда. Оценка эффективности производилась с использованием аппроксимированной модели импульса сцинтиллятора. Полученные результаты сопоставимы с проанализированными теоретическими данными, что говорит о возможности применения данных моделей импульсов и метода расчета при дальнейшем проектировании блоков детектирования и разработке алгоритма обработки сигналов.

Список литературы

1. Лагуцкий, И. А. Применение кристаллов $CLYC:Ce$ для совместного детектирования нейтронного и гамма-излучения / И. А. Лагуцкий, Р. В. Пигаль // Актуальні питання та перспективи проведення наукових досліджень : матеріали II Міжнародної студентської наукової конференції, Кременчук, 8 жовтня 2021 р. : в 2 т. / Молодіжна наукова ліга. – Вінниця, 2021. – Т. 2. – С. 106–107.
2. Pulse-shape analysis of $CLYC$ for thermal neutrons, fast neutrons, and gamma-rays / N. D'Olympia [et al.] // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment. – 2013. – Vol. 714. – P. 121-127. DOI: 10.1016/j.nima.2013.02.043
3. Pulse shape discrimination of $CLYC$ scintillator coupled with a large $SiPM$ array / N. Dinar [et al.] // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment. – 2019. – Vol. 935. – P. 35-39. DOI: 10.1016/j.nima.2019.04.099
4. Лагуцкий, И. А. Метод разделения импульсов нейтронного и гамма-излучения при использовании сцинтиллятора $CLYC(Ce)$ / Лагуцкий И. А., Антонов В. И., Комар Д. И. // Автоматизированные системы управления технологическими процессами АЭС и ТЭС = Instrumentation and control systems for NPP and TPP : материалы II Международной научно-технической конференции, Минск, 27-28 апреля 2021 года / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2021. – С. 132–135.

UDC 539.16.08

SEPARATION OF NEUTRON AND GAMMA RADIATION PULSES OF THE $CLYC:CE$ SCINTILLATOR BY MEANS OF CHARGE COLLECTION RATE ESTIMATION

Lagutskiy I.A., Pigal R.V., Paskrobka G.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Davydov M.V. – PhD, assistant professor, first vice-rector of BSUIR

Annotation. The method of separation of neutron and gamma radiation pulses of scintillator $CLYC:Ce$ with the help of charge collection rate estimation is considered. Simulation of the considered method using approximated pulses is conducted to assess the possibility of application in neutron and gamma radiation detection devices.

Keywords: gamma-radiation, neutron radiation, pulse separation, charge collection, $CLYC:Ce$ scintillator

УДК [611.018.51+615.47]:612.086.2

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ МОНТАЖА КРИСТАЛЛОВ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ

Мишечек А.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Ланин В.Л. – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры ЭТТ

Аннотация. Проведены экспериментальные исследования процессов пайки с применением ультразвуковых колебаний при изменении мощности и времени воздействия применительно к монтажу кристаллов в корпуса ИС. Для сравнения эффективности применения проведены эксперименты без использования УЗК. Усилие отрыва для кристаллов, смонтированных без ультразвука, составило от 2,9 – 3,2 Н, при его использовании усилие было больше на 50-60%.

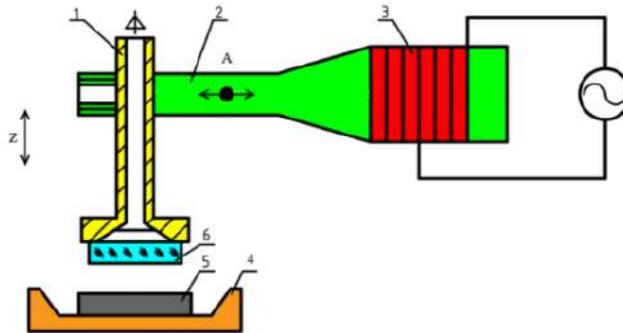
Ключевые слова: кристаллы, монтаж, пайка, ультразвук.

Введение. Пайка с применением ультразвуковых (УЗ) колебаний подразумевает использование колебаний частотой 50–70 кГц, что в свою очередь позволяет полностью отказаться от применения флюсов, при этом исключается операция отмычки флюса, сокращается общая длительность технологического процесса монтажа микроплаты. При использовании УЗ колебаний для пайки кристаллов очень важно правильно выбирать технологические параметры, такие как частоту и амплитуду колебаний, дозирование припоя и др. В частности, очень важен выбор резонансной длины инструмента в зависимости от частоты ультразвуковой системы, время воздействия УЗ и УЗ-мощность.

Основными параметрами ультразвуковых колебаний являются: длина волны λ – расстояние между двумя смежными точками, находящимися в одной фазе; амплитуда колебаний A – наибольшее смещение колеблющейся точки от положения равновесия; частота колебаний f – количество колебаний в единицу времени; период колебаний T – время распространения волнового движения на расстояние, равное длине волны; средняя скорость колебательных движений; скорость распространения звуковых волн [1].

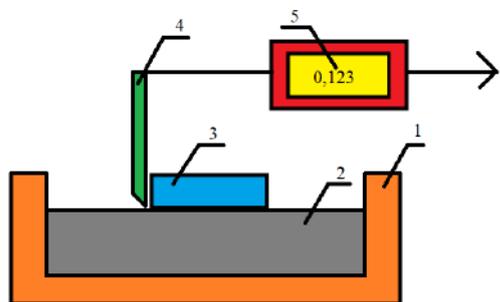
Основная часть. УЗ пайка кристаллов в корпуса ИС проводилась с помощью, созданного на базе УЗ системы, макета для пайки при температурах 230–240 °С и частоте 66 кГц. В макете использовались УЗ генератор, с возможность настройки мощности УЗК и времени их воздействия; специализированный УЗ инструмент для передачи колебаний от генератора кристаллу; компрессор для обеспечения закрепления кристалла в инструменте; нагревательная плитка; термопара, присоединенная к электронному блоку вывода информации; вакуумный дозатор для обеспечения повторяемости нанесения паяльной пасты.

Эксперимент начинался с подачи напряжения питания 140 В на нагревательную плитку. При достижении температуры 230–240 °С начинался процесс монтажа. Кристалл обрабатывался спиртом, для исключения влияния потожировых следов, которые негативно влияют на качество монтажа, включался компрессор и закреплялся кристалл в инструменте. С помощью вакуумного дозатора на корпус наносится небольшое количество пасты и далее ИС размещается на плитке. В процессе нагрева припой меняет свою структуру, обретая металлический блеск, в этот момент необходимо совместить инструмент с закреплённым внутри кристаллом и площадку, на которую нанесён припой. В момент соприкосновения кристалла и площадки включить УЗГ, время совмещения варьируется от выставленной мощности УЗГ (в эксперименте не превышало 8 с). Далее ИС с смонтированным кристаллом снимается с плитки и охлаждается. Также необходимо в процессе длительной работы периодически выключать плитку для исключения перегрева внутренних компонентов. Схема УЗ монтажа показана на рисунке 1.



1 – захват, 2 – волновод, 3 – пьезоэлектрический преобразователь, 4 – столик,
5 – корпус ИС, 6 – кристалл
Рисунок 1 – Схема УЗ монтажа

Проверка качества присоединения кристаллов производилась по усилию на сдвиг кристалла. Схема контроля прочности присоединения кристалла представлена на рисунке 2.



1 – упор, 2 – корпус ИС, 3 – кристалл, 4 – захват, 5 – цифровой динамометр
Рисунок 2 – Схема контроля прочности кристалла

Также качество паяных соединений оценивалось визуально (рисунок 3). Соблюдение теплового режима оценивалось визуальным осмотром ИС после процесса пайки, зоны пайки: кристалла и припоя вокруг кристалла. Наличие потемнений в стеклотекстолите или же в припое могло свидетельствовать о нарушении теплового режима (перегрев). Наличие трещин на кристалле могло свидетельствовать о излишних внутренних механических напряжениях, которые привели к сколам кристалла, что в свою очередь является показателем качества конечного изделия.

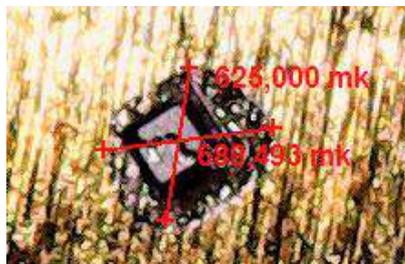


Рисунок 3 – Визуально-оптический контроль растекаемости припоя при монтаже кристалла

Анализ экспериментальных данных показал, что прочность соединения растёт с повышением времени воздействия вплоть до 7 с при протекании процесса без УЗК. При использовании энергии УЗх колебаний при времени воздействия более 4 с усилие перестаёт увеличиваться и достигает максимума. Зависимости усилия на сдвиг от времени пайки представлены на рисунке 4.

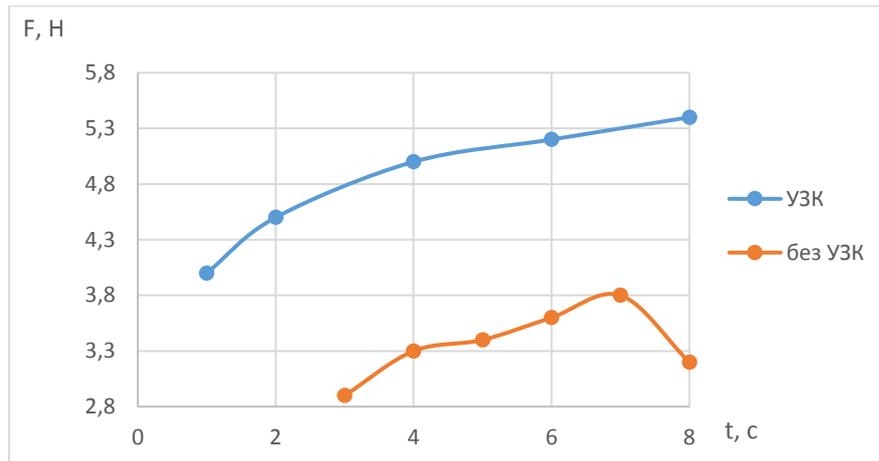


Рисунок 4 – Зависимости усилия на сдвиг от времени пайки

Заключение. Использование УЗ волн в процессе пайки кристаллов в корпуса ИС даёт ряд преимуществ: снижение температуры рабочей зоны; уменьшение площади вытесняемого припоя по периметру кристалла в 1,5 раза; сокращение времени монтажа кристалла; возможность производить монтаж на ограниченных по площади кристаллодержателях, а также в корпусах типа «колодец» изделий оптоэлектроники.

Список литературы:

1. Мишечек А.А. Монтаж кристаллов интегральных схем с применением ультразвуковых колебаний/ А.А. Мишечек, В.Л. Ланин // 57-ая научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, 2021. - № 57 - С. 219-221.

UDC [611.018.51+615.47]:612.086.2

OPTIMIZATION OF MODES FOR INSTALLATION OF CRYSTALS OF INTEGRATED CIRCUITS USING ULTRASONIC VIBRATIONS

Mishechek A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Lanin V.L. – Dr. Tech. Sc., full professor, professor of the department of ETT

Annotation. Experimental studies of soldering processes with ultrasonic vibrations have been carried out with changes in the power of the USG and the time of exposure to the USV in relation to the installation of crystals in IC housings. To compare the effectiveness of the application, experiments were carried out without the use of USV. The separation force for crystals mounted without a USV was from 2.9 - 3.2 N, when using a USV, the force was 50-60% greater.

Keywords: crystals, mounting, soldering, ultrasonic vibrations.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ БЕЗОПАСНОСТИ БАНКОМАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Мосунов А.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Алефиренко В.М. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Проведена сравнительная характеристика четырех моделей банкоматов, которые чаще всего встречаются в городе Минск. Представлены расчеты их параметров безопасности с помощью комплексного метода оценки качества.

Ключевые слова: метод определения комплексного показателя качества, банкомат, характеристики банкоматов, сравнение, средневзвешенные показатели, система безопасности.

Введение. В последние годы, одновременно с развитием банкоматной сети, выросло и количество случаев банкоматного мошенничества. Злоумышленники используют взлом как средство кражи денежных средств. И несмотря на то, что банкоматы имеют достаточно серьезную защиту, в настоящее время существует множество методов атаки на них.

Основная часть. Проведем сравнение и анализ технических показателей трех моделей банкоматов: *NCR SelfServ 22* (номер 1 на рисунке 1), *NCR SelfServ 27* (номер 2 на рисунке 1), *Wincor Nixdorf ProCash 2000xe* (номер 3 на рисунке 1) и *Wincor Nixdorf Cineo 4060* (номер 4 на рисунке 1).

Был проведен анализ банкоматов, которые находятся в Минске, при этом большое внимание уделялось моделям, которые находятся в оживленных районах и местах, таких как торговые центры, площади и «тусовочные» улицы. Данные модели банкоматов используются такими банками как: ОАО «АСБ Беларусбанк», ОАО «Приорбанк», ЗАО «Альфа-банк» и ЗАО Банк ВТБ.



Рисунок 1 – Внешний вид банкоматов

NCR SelfServ 22 – компактный банкомат, устанавливаемый отдельно и идеально подходящий для использования в отделениях банка или в других помещениях. Банкомат обеспечивает выдачу любой суммы наличных (допустимую банком), также предлагает широкий ассортимент других услуг – таких как оплата счетов, перечисление средств, пополнение баланса мобильного телефона и предоставление мини-выписок по счету.

NCR SelfServ 27 – это банкомат для выдачи наличных, устанавливаемый через стену. Привлекает клиентов, благодаря своим возможностям. Обладает современным дизайном, функциями и новым сенсорным интерфейсом. Великолепно работает в местах с постоянным

запросом на выдачу наличных и выполняет самые высокие объемы транзакций, благодаря новому модулю диспенсера S2 [1].

ProCash 2000xe – напольный банкомат для установки внутри помещения как в банковских учреждениях, так и в торговых и сервисных точках с большим потоком клиентов. Отличается высокой скоростью работы, надежностью, функциональностью, изысканным дизайном. Соответствует международным стандартам безопасности. Удовлетворяет спецификациям *EMV*.

Cineo 4060 является частью уникальной технологической концепции и входит в состав портфеля революционных решений от *Diebold Nixdorf – Cash Cycle Management™ Solutions*. Данная система управления замкнутым оборотом наличных использует принципиально новый технологический подход, ключевым элементом которого является инновационная концепция хранения банкнот, позволяющая банкам и предприятиям розничной торговли использовать одну и ту же кассету во всех системах обработки наличных [2].

Технические характеристики банкоматов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики банкоматов

Технические показатели	<i>NCR SelfServ 22</i>	<i>NCR SelfServ 27</i>	<i>Wincor Nixdorf Pro Cash 2000xe</i>	<i>Wincor Nixdorf Cineo 4060</i>
Тип установки	отдельно стоящий	встраиваемый	отдельно стоящий	отдельно стоящий
Система <i>cash-in</i>	нет	нет	нет	да
Выдача за раз	до 60 банкнот	до 60 банкнот	до 60 банкнот	до 200 банкнот
Количество кассет	2-4	2-4	1-4	до 8
Отдельная кассета для забытых банкнот	нет	есть	есть	есть
Отдельная кассета для отбракованных банкнот	есть	есть	есть	есть
Отдельная кассета для фальшивых банкнот	нет	нет	нет	есть
Возможность снятия валюты	есть	нет	есть	есть
Толщина сейфа, мм	249	265	251	256
Защита <i>USB</i>	есть	есть	нет	есть
Антискимминговая накладка	нет	есть	есть	есть
Несмываемый краситель на случай взлома	есть	нет	есть	нет
Зеркало заднего вида	нет	нет	нет	есть
Фильтр монитора для защиты от подглядывания	нет	есть	нет	есть
Система противодействия захвату наличных	нет	нет	нет	есть
Устройство бесконтактных платежей	нет	есть	нет	есть
Отдельный отсек для хранения забытых и удержанных карт	нет	нет	нет	есть
Разъем для наушников	есть	есть	нет	есть
Вес	507 кг	498 кг	600 кг	730 кг
Диапазон температур	от +10°C до +40°C	от 0°C до +40°C	от +15°C до +40°C	от +5°C до +40°C
Барометрическое давление, кПа	95	105	93	105
Удельная нагрузка на сейф, кН/м ²	15,3	14	16	16,4
Срок службы, ч	40 000	45 000	40 000	50 000

Для полной оценки выбранных банкоматов используем метод определения комплексного показателя качества. Комплексный метод оценки качества изделий предполагает использование комплексных показателей, в качестве которых могут выступать средневзвешенные арифметический, геометрический, гармонический показатели [3]. Средневзвешенный арифметический показатель определяется с помощью формулы 1, а средневзвешенный геометрический – с помощью формулы 2.

$$K_a = \sum_{i=1}^m \alpha_{ni} \cdot K_{ni} \quad (1)$$

$$K_g = \sqrt[m]{\prod_{i=1}^m K_{ni}^{\alpha_{ni}}} \quad (2)$$

где α_{ni} – нормированные весовые коэффициенты;

K_{ni} – нормированный i -ый единичный показатель;

m – количество единичных показателей.

Для получения нормированных (безразмерных) значений единичных показателей K_{ni} используется формула 3.

$$K_{ni} = \frac{K_i - K_{криi}}{K_{оптi} - K_{криi}} \quad (3)$$

где K_i – исходное значение i -ого единичного показателя;

$K_{криi}$ – критическое значение i -ого единичного показателя;

$K_{оптi}$ – оптимальное значение i -ого единичного показателя.

Для расчетов будем использовать значения следующих показателей: вес, нижнее значение допустимой температуры, верхнее значение допустимой температуры, толщина сейфа, барометрическое давление, удельная нагрузка на сейф и срок службы.

Для выбранных показателей укажем критическое и оптимальное значение. Критическое значения параметра рассчитаем путем уменьшения на 10% минимального значения среди выбранных банкоматов, а оптимальное – путем увеличения на 10% максимального значения, для показателей, увеличение которых является благоприятным для безопасности банкоматов. В ином случае для получения критического значения необходимо увеличить на 10% максимальное значение, а для получения оптимального – уменьшить на 10% минимальное значение. Таким образом, составим таблицу 2 с критическими и оптимальными значениями выбранных показателей.

Таблица 2 – Критические и оптимальные значения и коэффициент значимости показателей

№	Показатель	Критическое значение ($K_{кри}$)	Оптимальное значение ($K_{опт}$)	Коэффициент значимости
1	Вес, кг	448,2	803	0,9
2	Нижнее значение допустимой температуры, °С	16,5	0	0,7
3	Верхнее значение допустимой температуры, °С	36	44	0,2
4	Толщина сейфа, мм	224,1	291,5	0,9
5	Барометрическое давление, кПа	83,7	115,5	0,4
6	Удельная нагрузка на сейф, кН/м ²	12,6	18,04	0,6
7	Срок службы, ч	36 000	55 000	0,4

Теперь рассчитаем нормированные показатели для четырех моделей банкоматов. Значения расчетов приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Нормированные показатели четырех моделей банкоматов

K_{ni}	<i>NCR SelfServ 22</i>	<i>NCR SelfServ 27</i>	<i>Wincor Nixdorf Pro Cash 2000xe</i>	<i>Wincor Nixdorf Cineo 4060</i>
K_{H1}	0,166	0,141	0,428	0,794
K_{H2}	0,394	1	0,091	0,697
K_{H3}	0,5	0,5	0,5	0,5
K_{H4}	0,369	0,607	0,399	0,473
K_{H5}	0,356	0,669	0,292	0,669
K_{H6}	0,5	0,257	0,625	0,698
K_{H7}	0,211	0,474	0,211	0,737

Далее рассчитаем арифметический и геометрический коэффициенты значимости, и проведем их нормирование. Значения расчетов приведены в таблице 4.

$$\sum_1^m \alpha_i \cdot x = 1 \rightarrow x = \frac{1}{\sum_{i=1}^m \alpha_i} = \frac{1}{0,9 + 0,7 + 0,2 + 0,9 + 0,4 + 0,6 + 0,4} = 0,244$$

$$\prod_1^m \alpha_i \cdot x = 1 \rightarrow x = \sqrt[m]{\frac{1}{\prod_{i=1}^m \alpha_i}} = \sqrt[7]{\frac{1}{0,9 \cdot 0,7 \cdot 0,2 \cdot 0,9 \cdot 0,4 \cdot 0,6 \cdot 0,4}} = 1,907$$

Таблица 4 – Нормирование арифметических и геометрических коэффициентов значимости

a_{ni}	Арифметические коэффициенты	Геометрические коэффициенты
a_1	0,2196	1,7163
a_2	0,1708	1,3349
a_3	0,0488	0,3814
a_4	0,2196	1,7163
a_5	0,0976	0,7628
a_6	0,1464	1,1442
a_7	0,0976	0,7628

Рассчитаем средневзвешенный арифметический и геометрический показатели для банкомата *NCR SelfServ 22*, *NCR SelfServ 27*, *Wincor Nixdorf Pro Cash 2000xe*, *Wincor Nixdorf Cineo 4060*. Результаты приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Средневзвешенный арифметический и геометрический показатели банкоматов

	K_a	K_r
<i>NCR SelfServ 22</i>	0,344	0,278
<i>NCR SelfServ 27</i>	0,509	0,372
<i>Wincor Nixdorf Pro Cash 2000xe</i>	0,362	0,271
<i>Wincor Nixdorf Cineo 4060</i>	0,661	0,617

Исходя из расчётов можно говорить о явном преимуществе банкомата *Wincor Nixdorf Cineo 4060* среди схожих моделей, используемых на территории Республики Беларусь. Это более новая модель с весом 730 кг. Учитывая большой вес, можно говорить, что и удельная нагрузка на сейф будет больше, ведь габаритные размеры банкоматов обычно приблизительно одинаковые, на вес влияет толщина всех стенок и наличие дополнительной стальной плиты (для утяжеления). Преимущественно за счет этого и большого срока эксплуатации данная модель является наиболее защищенной среди рассматриваемых.

Заключение. Таким образом, были рассмотрены самые популярные виды банкоматов, встречающиеся на улицах города Минск. Для выбранных моделей была составлена сравнительная характеристика и произведены расчеты средневзвешенных арифметического и геометрического показателей. На основании расчетов был сделан вывод о том, что банкомат *Wincor Nixdorf Cineo 4060* является наиболее защищенным среди рассматриваемых.

Список литературы

1. *Рогачев Online – Виды платежных терминалов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vrogacheve.ru/vidy-platezhnyh-terminalov>.*
2. *Хабр – Банкомат. Некоторые особенности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/216315/>.*
3. *Алефиренко В.М. Основы защиты информации: Практикум для студ. спец. «Техническое обеспечение безопасности» и «Моделирование и компьютерное проектирование радиоэлектронных средств» дневной формы обучения: В 2 ч. Ч1 / В.М. Алефиренко, Ю.В. Шамгин. – Минск: БГУИР, 2004. – 43 с.*

UDC 004.056

RESEARCH OF ATM SECURITY PARAMETERS USING TECHNICAL INDICATORS

Mosunov A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Alefirenko V.M. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. A comparative description of four models of ATMs, which are most often found in the city of Minsk, has been carried out. Calculations of their safety parameters using a complex method of quality assessment are presented.

Keywords: method for determining a complex quality indicator, ATM, characteristics of ATMs, comparison, weighted average indicators, security system.

УДК 621.3.049.77–048.24:537.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДИФФУЗИИ В МИКРОСВАРНОМ СОЕДИНЕНИИ ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ МИКРОСВАРКЕ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ КОРПУСАХ

Нгуен Ж.В

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь**Научный руководитель: Ланин В.Л. – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры ЭТТ*

Аннотация. Процессом диффузии является важный в процессе ультразвуковой микросварки проволочных выводов интегральных схем. Коэффициент диффузии влияет непосредственно на прочность микросварных соединений при различных корпусах. Результаты моделирования показывают, что глубина диффузии для корпуса с никельевым покрытием равна $\approx 0,6$ мкм, а с серебряным покрытием $\approx 0,4$ мкм. По эксперименту прочность микросварных соединений для корпуса с никельевым покрытием равна 37 сН, а для корпуса с серебряным покрытием равна 30,5 сН.

Ключевые слова: Диффузия, глубина диффузии, УЗ поле.

Введение. Технология УЗ сварки представляет собой соединение деталей под воздействием УЗ волн, которые преобразуются в механические колебания и вызывают пластическую деформацию плоскостей в месте их соприкосновения, одновременно разрушая оксидные пленки. Свойства металлов почти не изменяются.

Исследование процесса диффузии представляет теоретический интерес для понимания микрокартины различных явлений, связанных с переносом вещества, и имеет практическое значение для многих химических и металлургических процессов.

Основная часть. В области контакта двух разнородных металлов при УЗС происходит процесс взаимной диффузии, результатом которого является формирование диффузионной зоны, которая характеризуется градиентами концентрации и химического потенциала в связи с неоднородным распределением компонентов, вследствие чего происходит диффузионное перемещение атомов, ведущее к установлению во всем объеме соединения фазового состава, определяемого диаграммой состояния.

Исследование процесса диффузии в микросварном соединении (Al– проволока, Ag – материал корпуса) играет важную роль в процессе повышения прочности микросварного соединения при УЗ микросварке. Для повышения прочности микросварного соединения увеличивают концентрацию диффундирующего в серебро алюминия под действием УЗ поля. Воздействие энергии УЗ полем также увеличивает коэффициент диффузии и активизирует процесс зародышеобразования [1].

$$D = D_0 e^{\frac{E_a - \Delta E}{kT}} \quad (1)$$

где D_0 – предэкспоненциальный множитель;
 E_a – энергия активации диффузии;
 ΔE – изменение энергии активации диффузии в УЗ поле;
 k – постоянная Больцмана;
 T – абсолютная температура.

Изменение энергии активации диффузии в УЗ поле:

$$\Delta E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \quad (2)$$

где ω – частота колебания, Гц

A – амплитуда колебания, мкм

m – масса, кг: $m = \rho V$, где $\rho = 2,7 \text{ г/см}^3$, V – объём = $S \cdot l$ тогда $m = 1,364 \cdot 10^{-19} \text{ кг}$.

При $\omega = 96000 \text{ Гц}$, $A = 2 \text{ мкм} \Rightarrow \Delta E = 1,68 \text{ эВ}$.

Рассчитать энергию активации диффузии можно по следующим формулам (1).
Эффективная энергия атома, приходящаяся на один валентный элемент [2]:

$$Q_0 = \frac{P_0}{2r_i n}, \quad (3)$$

где $\frac{P_0}{2r_i}$ – усредненная эффективная энергия атома по валентным электронам;

n – число эффективных валентных электронов.

Энергия активации процесса диффузии:

$$\frac{1}{E_a} = 2 \left[\left(\frac{r_i n}{P_0} \right)_A + \left(\frac{r_i n}{P_0} \right)_B \right], \quad (4)$$

где E_a – энергия активации процесса диффузии атомов элемента В в среде атомов элемента А.

Для вычисления энергии активации процесса диффузии, используем данные энергии активации объемной самодиффузии атомов (таблица 1).

Таблица 1 – Энергии активации объемной самодиффузии атомов

Атом	P_0 , эВ	r_i	n
<i>Mg</i>	15,436	1,279	2
<i>Al</i>	31,624	1,312	3
<i>Si</i>	54,394	1,068	4
<i>Zn</i>	12,798	1,065	2
<i>Cd</i>	8,349	1,184	2
<i>Ni</i>	46,954	1,139	4
<i>Ag</i>	18,044	1,285	2

Для вычисления энергии активации процесса диффузии на границе *Al – Ag* использованы данные объемной самодиффузии атомов (табл. 1). Из таблицы 1 и уравнения (4) получим $E_a =$

$2,2182 \text{ эВ}$. При $T = 100 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow D = D_0 e^{-\frac{E_a - \Delta E}{kT}} \approx 1,65 \times 10^{-8} \text{ см}^2/\text{с}$.

Глубина диффузии может быть ориентировочно определена:

$$d = \sqrt{D \times t}, \quad (5)$$

где t – время диффузии.

При длительности сварочного импульса 100 мс глубина диффузии может достигнуть $d \approx 0,406 \text{ мкм}$.

Для вычисления энергии активации процесса диффузии на границе *Al – Ni* использованы данные объемной самодиффузии атомов, из таблицы 1 и уравнения (4) получим $E_a = 2,2574$

эВ . При $T = 100 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow D = D_0 e^{-\frac{E_a - \Delta E}{kT}} \approx 3,38 \times 10^{-8} \text{ см}^2/\text{с}$.

При длительности сварочного импульса 100 мс глубина диффузии может достигнуть $d \approx 0,582 \text{ мкм}$.

Моделирование процесса диффузии в микросварном соединении при УЗ микросварке без тока и с током в пакете *COMSOL Multiphysics* позволило получить зависимости плотности атомов диффузии от времени и зависимости концентрации атомов диффузии от глубины.

Моделирование проведено для $C_0 = 10^9$ мол/м³, параметры для моделирования в программе *Comsol Multiphysics* приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры для моделирования процесса диффузии алюминия в никель

Параметры	Единица измерения	Никель	Серебро
Плотность	кгг/м ³	8902	10490
Электрическая проводимость	Сим/м	$1,11 \cdot 10^7$	$6,25 \cdot 10^7$
Теплопроводность	Вт/(м·К)	107	429
Теплоемкость при постоянном давлении	Дж/(кг·К)	443	235
Модуль Юнга	ГПа	210	80
Коэффициент Пуассона		0,28	0,37

Распределения атомов алюминия в серебряном и никельевом покрытии контактных площадок в процессе диффузии в микросварном соединении при УЗ микросварке показаны на рисунке 1, а зависимости концентрации атомов диффузии от глубины показаны на рисунке 2.

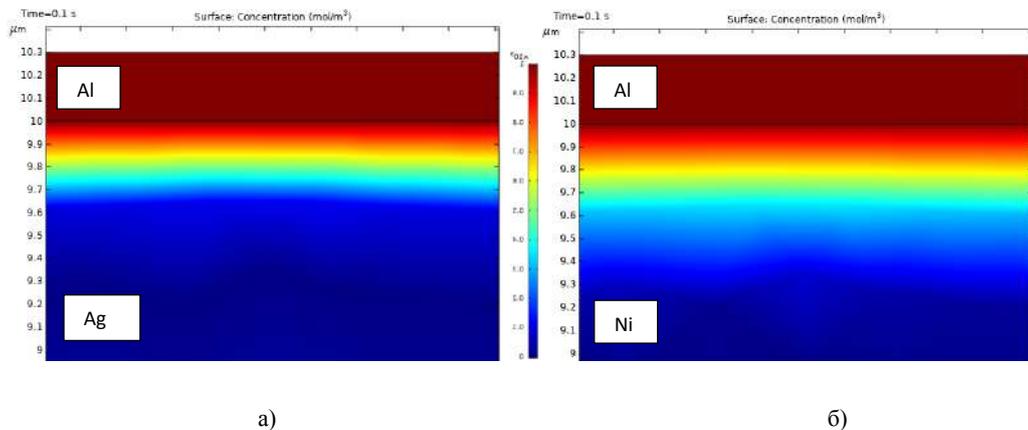


Рисунок 1 – Распределения атомов алюминия в серебряном покрытии а) и в алюминиевом покрытии б) в процессе диффузии в микросварном соединении при УЗ микросварке

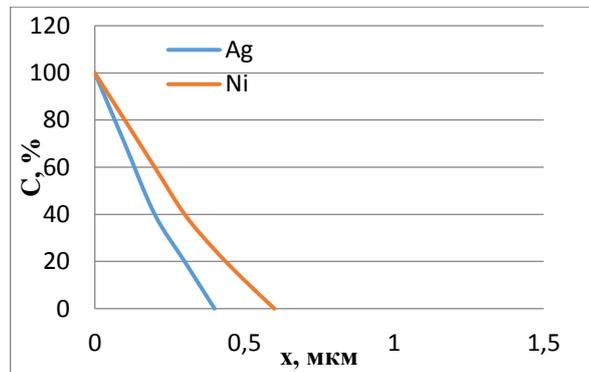


Рисунок 2 – Зависимости концентрации атомов диффузии от глубины

Из рисунков 1 и 2 видно, что глубина диффузии для корпуса с никельевым покрытием $\approx 0,6$ мкм, а для корпуса с серебрянным покрытием $\approx 0,4$ мкм. Зависимости плотности атомов диффузии от времени микросварки в точке, находящейся от границы 0,1 мкм показаны на рисунке 3.

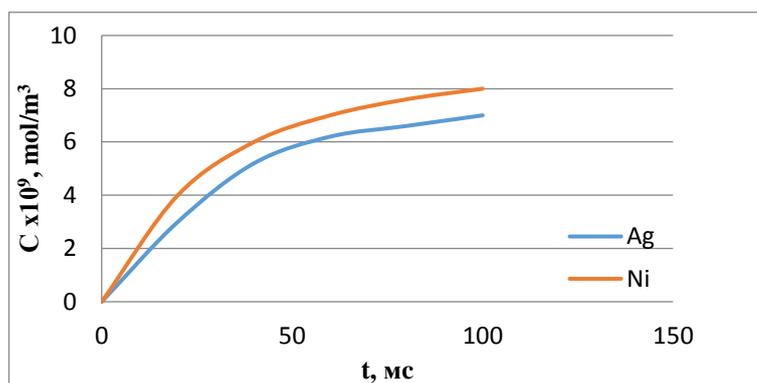


Рисунок 3 – Зависимости плотности диффузии атомов алюминия от времени микросварки и плотности импульса электрического тока

Установка присоединения выводов ЭМ-4320 (рисунок 4) – для присоединения выводов из алюминиевой проволоки увеличенного сечения диаметром от 1 до 255 мкм методом УЗ сварки способом "клин-клин". Технологические характеристики установки присоединения выводов ЭМ-4320 показаны на таблице 3.



Рисунок 4 – Установка присоединения выводов ЭМ-4320

Установка обладает расширенными возможностями по разварке выводов, обеспечивая присоединение к контактным площадкам изделий электронной техники способами «клин-клин» и «шарик-клин», используя термозвуковую, ультразвуковую и контактную сварку [3].

Таблица 3 – Технологические характеристики установки присоединения выводов ЭМ-4320

Рабочее поле перемещения стола, мм: - грубое (вручную) - точное (манипулятором)	150 15
Температура рабочей зоны стола, °С	До 300
Усилие сжатия соединяемых элементов, Н: - статическое (пружиной) - электромагнитное (от статического)	0,1...2,5 0,03...1,0
Воспроизводимость усилия сжатия	До 10%
Рабочая частота УЗП, кГц	96 ±5%
Масса, кг	До 110

Для экспериментов принимаются проволока алюминия с диаметром 80 мкм, корпуса с покрытием никеля и серебра 3 мкм. Результаты измерений показаны на рисунке 5.

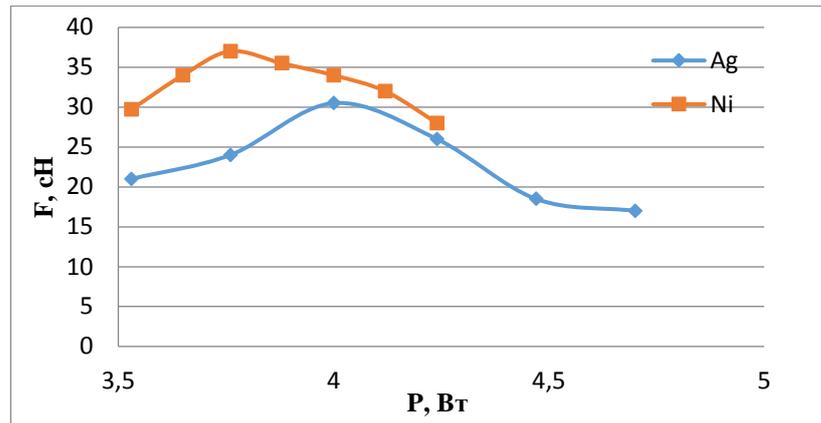


Рисунок 5 – Зависимости усилия отрыва от мощности при различных корпусах

Из рисунка 5 видно, что при различных корпусах прочность микросварных соединений изменяется. Прочность микросварных соединений для корпуса с никельевым покрытием равна 37 сН, а с серебрянным покрытием равна 30,5 сН, следует, что для корпуса с никельевым покрытием прочность микросварных соединений больше на 20 %, чем с серебрянным покрытием.

Заключение. Выполнен анализ процесс диффузии проволока в контактную площадку в процессе ультразвуковой микросварки проволочных выводов для различных покрытий корпусов интегральных схем. Важной проблемой в процессе присоединения выводов интегральных схем является повышение качества микросварных соединений при воздействии УЗ колебаний. Для экспериментов применена прочность микросварных соединений для для корпуса с никельевым покрытием больше на 20 %, чем с серебрянным покрытием

Список литературы

1. Макаров С. Формирование диффузионной зоны на границе раздела биметалла никель-алюминий / Макаров С. В [и др] // Барнаул, Алтайский государственный университет, 2018 – С. 29 – 33.
2. Соловьев, С.Д. Расчет энергии активации объемной диффузии и самодиффузии элементов в твердых телах / С.Д. Соловьев, Г.А. Кораблев, В.И. Кодолов // Химическая физика и мезоскопия. 2005. – Том 7. – №1. – С. 31–40.
3. Установка присоединения выводов ЭМ-4320. [Электронные ресурсы] – режим доступа: www.kbtem.by/products/wire-bonding/em-4320u.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

SIMULATION OF THE PROCESS OF DIFFUSION IN MICROSWELEDDED JOINT DURING ULTRASONIC MICROSWELEDDED WITH DIFFERENT BODIES

Nguyen G.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Lanin V.L. – Dr. Tech. Sc., full professor, professor of the department of ETT

Annotation The diffusion process is important in the process of ultrasonic microwelding of wire leads of integrated circuits. The diffusion coefficient directly affects the strength of micro-welded joints in various housings. The simulation results show that the diffusion depth for a nickel-plated case is $\approx 0.6 \mu\text{m}$, and for a silver-plated case it is $\approx 0.4 \mu\text{m}$. The strength of micro-welded joints for a nickel-plated body is 37 cN, and for a silver-plated body it is 30.5 cN.

Keywords: Diffusion, diffusion depth, ultrasonic field.

ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИМПУЛЬСНОГО ПИТАНИЯ НА ДУГООБРАЗОВАНИЕ И СТАБИЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССА ПРИ РЕАКТИВНОМ МАГНЕТРОННОМ РАСПЫЛЕНИИ

Нестерчик Р.И.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники¹
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Завадский С.М. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ЭТТ

Аннотация. В статье рассматривается влияние временных характеристик импульсного питания на дугообразование и стабильность процесса при реактивном магнетронном распылении. В работе приведены экспериментально полученные зависимости напряжения разряда от частоты следования импульсов и длительности положительного импульса

Ключевые слова. Магнетронные распылительные системы, реактивное магнетронное распыление, импульсное питание, дугообразование, микродуги.

Одной из проблем реактивного магнетронного распыления является возникновение на поверхности мишени магнетрона микродуг, которые приводят к неконтролируемому росту тока в дуге, выбросу материала мишени и соответственно к нестабильности процесса нанесения. Процесс формирования микродуг на поверхности мишени во многом определяется ростом оксидной пленки в разрядной зоне мишени магнетрона, на поверхности которой происходит накопление положительного заряда. Если заряд достигает напряжения пробоя диэлектрика, то возникает дуга, что приводит к кратковременному изменению условий распыления и взаимодействия кислорода с распыленными атомами материала. Поврежденный участок мишени может служить источником для возникновения дополнительного дугообразования и, в результате, этот процесс может носить лавинообразный характер. Кроме того, образование дуг может приводить к капельным выбросам из поверхности мишени, и эти капли снижают качество пленки. Все эти процессы являются причиной нарушения стабильности процесса распыления.

Анализ показал, что процесс формирования микродуг на поверхности мишени является следствием роста оксидной пленки в разрядной зоне мишени магнетрона. В процессе распыления при ионной бомбардировке оксидной пленки на ее поверхности происходит накопление положительного заряда. Если заряд достигает напряжения пробоя диэлектрика, то возникает дуга. При дуге происходит резкое снижение напряжения и увеличение тока разряда, что приводит к кратковременному изменению условий распыления и взаимодействия кислорода с распыленными атомами материала. Поврежденный участок мишени может служить источником для возникновения дополнительного дугообразования и, в результате, этот процесс может носить лавинообразный характер. Кроме того, образование дуг может приводить к капельным выбросам из поверхности мишени, и эти капли снижают качество пленки. Все эти процессы являются причиной нарушения стабильности процесса распыления.

Установлено, что эффект формирования микродуг особенно проявлялся при больших концентрациях кислорода и длительных процессах распыления, когда наблюдался резкий рост количества микродуг. При увеличении тока разряда активное формирование микродуг происходило при все большей концентрации кислорода. Так, при $I_t = 0,5$ А дуги отмечались при концентрации кислорода более 22 %, а при $I_t = 1,5$ А – при Γ_{O_2} более 50 %. При $I_t = 1,5$ А и концентрации кислорода более 70 % из-за большого количества дуг блок питания не обеспечивал стабилизацию параметров питания МРС.

Для устранения дуг было предложено использовать ассиметричное импульсное питание магнетрона током средней частоты (1 – 100 кГц). При ассиметричном импульсном питании полярность подаваемого на мишень магнетрона напряжения изменяется от отрицательного

значения до положительного. В течение импульса отрицательной полярности (рабочего импульса) ионы под действием электрического поля ускоряются по направлению к мишени и расплывают атомы мишени. В течение импульса положительной полярности электроны из плазмы привлекаются к мишени и компенсируют скопившийся на поверхности оксидной пленки заряд. Для эффективного устранения микродуг длительность рабочего импульса должна быть меньше времени, необходимого для накопления достаточного заряда для образования пробоя и, как следствие, возникновения и развития дуги. Анализ, проведенный в работе [1] показал, что время накопления заряда зависит от параметров разряда распылительной системы и свойств наносимого материала. Поэтому для выбора параметров импульсного питания проведены исследования процессов импульсного реактивного магнетронного распыления V мишени в среде Ar/O_2 рабочих газов. В ходе экспериментов частота следования импульсов изменялась от 1 до 100 кГц. Длительность положительного импульса τ изменялась от 3 до 50 мкс. Амплитуда положительного импульса, в зависимости от его длительности, составляла $U^+ = 25 - 40$ В.

На рисунке 1 представлены типичные осциллограммы напряжения при импульсном питании магнетрона.

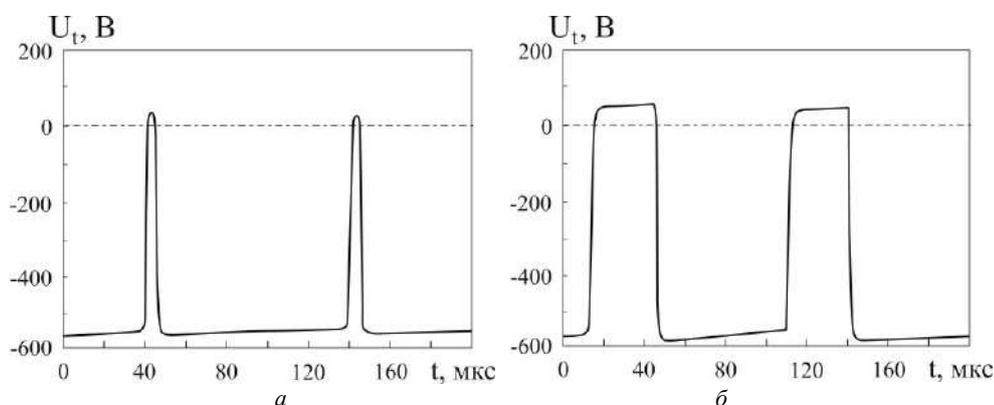


Рисунок 1 – Осциллограммы напряжения разряда при импульсном питании магнетрона ($F = 10$ кГц) и разной длительности положительного импульса: $a - \tau = 3$ мкс; $b - \tau = 30$ мкс

Установлено, что увеличение частоты следования импульсов приводило к увеличению напряжения разряда (рисунок 2). При токе разряда $I_t = 1,5$ А и $F = 82$ кГц напряжение разряда достигало максимума выходного напряжения блока питания -800 В. Также увеличение длительности импульса приводило к увеличению напряжения разряда (рисунок 3). При частоте 50 кГц увеличение τ с 3 до 7 мкс приводило к увеличению U_t с 613 до 744 В.

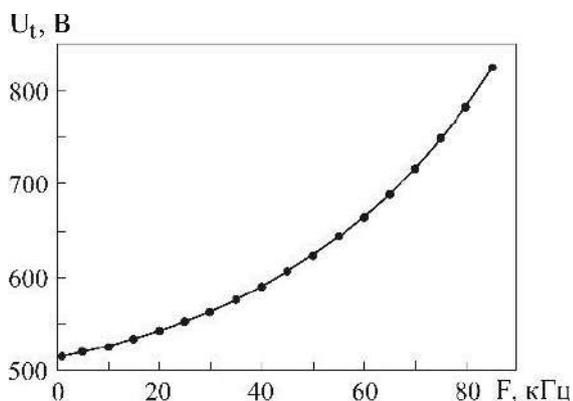


Рисунок 2 – Зависимости напряжения разряда от частоты следования импульсов, ($\Gamma_{O_2} = 50\%$, $I_t = 1,5$ А, $\tau = 3$ мкс).

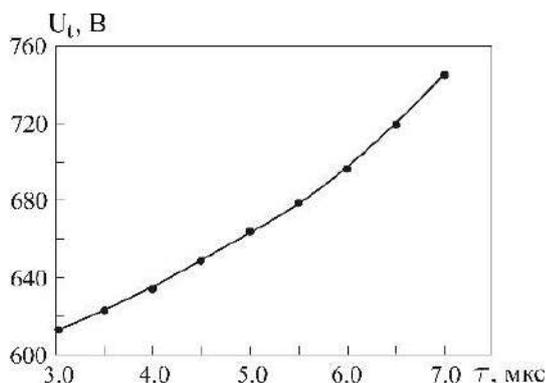


Рисунок 3 – Зависимости напряжения разряда от длительности положительного импульса, ($\Gamma_{O_2} = 50\%$, $I_t = 1,5$ А, $\tau = 3$ мкс).

Установлено, что при частоте более 5 кГц и длительности импульса более 3 мкс не детектируется формирование микродуг. При частоте 10 кГц и длительности импульса 3 мкс обеспечивается устойчивая работа MPC во всем диапазоне концентраций кислорода. Таким образом использование импульсного питания обеспечивает эффективное устранение микродуг, а процесс нанесения стабильным и повторяемым.

Список литературы

1. Технологические процессы и системы в микроэлектронике: монография / А. П. Достанко [и др.]; под общей ред. А. П. Достанко. – Минск: Бестпринт, 2009. – 200 с.

UDC 621.793

INFLUENCE OF TIME CHARACTERISTICS OF PULSED POWER ON ARCHING AND STABILITY OF THE PROCESS UNDER REACTIVE MAGNETRON SPUTTERING

Nestsiarchyk R.I.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics¹, Minsk, Republic of Belarus

Zavadskiy S.M. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ETT

Annotation. The article considers the influence of the temporal characteristics of pulsed power supply on arcing and process stability during reactive magnetron sputtering. The paper presents the experimentally obtained dependences of the discharge voltage on the pulse repetition rate and the duration of the positive pulse.

Keywords: Magnetron sputtering systems, reactive magnetron sputtering, pulse power, arcing, microarcs.

УДК 621.793

РАЗРЯДНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАГНЕТРОННОЙ РАСПЫЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ РЕАКТИВНОМ МАГНЕТРОННОМ РАСПЫЛЕНИИ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ВАНАДИЕВОЙ МИШЕНИ НА ПОСТОЯННОМ И ИМПУЛЬСНОМ ТОКЕ

Нестерчик Р.И.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники¹
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Завадский С.М. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ЭТТ

Аннотация. В статье рассматривается влияние состава газовой среды на характеристики разряда магнетрона при высоковакуумном реактивном магнетронном распылении. Представленные зависимости скорости нанесения пленок оксида ванадия от процентного содержания кислорода в смеси газов аргон/кислород для различных режимов при распылении на постоянном токе и при импульсном распылении.

Ключевые слова. Магнетронные распылительные системы, реактивное магнетронное распыление, импульсное питание, скорость нанесения.

Проведены исследования влияния тока разряда, типа питания и состава газовой среды на характеристики разряда магнетрона при высоковакуумном реактивном магнетронном распылении ванадиевой (V) мишени в среде Ar/O_2 рабочих газов.

На рисунке 1 представлена зависимость напряжения разряда от содержания кислорода в Ar/O_2 смеси газов $U_f(\Gamma_{O_2})$ при использовании ДС питания магнетрона. Зависимости получены в режиме стабилизации тока разряда. Как видно из рисунка 1, независимо от тока разряда при увеличении содержания кислорода (Γ_{O_2}) напряжение разряда увеличивалось. При токе разряда $I_f = 0,5$ А при распылении мишени в среде Ar напряжение разряда составляло 365 В. При добавке кислорода напряжение разряда первоначально резко увеличивалось до 441 В при $\Gamma_{O_2} = 8$ %. При дальнейшем увеличении Γ_{O_2} до 70 % напряжение разряда монотонно увеличивалось до 520 В. При уменьшении концентрации кислорода (обратное направление) напряжение разряда снижалось. Причем уменьшение напряжения происходило по тому же пути, что и увеличение. Т.е. при высоковакуумном реактивном магнетронном распылении ванадия гистерезис напряжения, характерный для процессов реактивного магнетронного нанесения диэлектрических пленок, отсутствовал.

На рисунке 2 представлены зависимости напряжения разряда от концентрации кислорода в Ar/O_2 смеси газов при распылении V мишени импульсным током ($F = 10$ кГц, $\tau = 3$ мкс, $U^+ = 25$ В). Ток разряда изменялся от 0,5 до 1,5 А. Зависимости получены в режиме стабилизации тока разряда. Как видно из рисунка, характер кривых соответствовал зависимостям $U_f(\Gamma_{O_2})$, полученным при распылении на постоянном токе. Однако при тех же режимах распыления напряжение разряда при импульсном питании имело более высокие значения по сравнению с распылением на постоянном токе. При увеличении и уменьшении концентрации кислорода напряжение разряда изменялось по одной кривой, т.е. отсутствовал гистерезис напряжения.

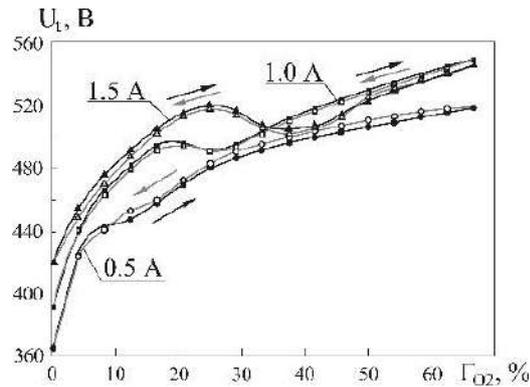


Рисунок 1 – Зависимость напряжения разряда от содержания кислорода в Ar/O₂ смеси газов при распылении мишени на постоянном токе при различном токе разряда

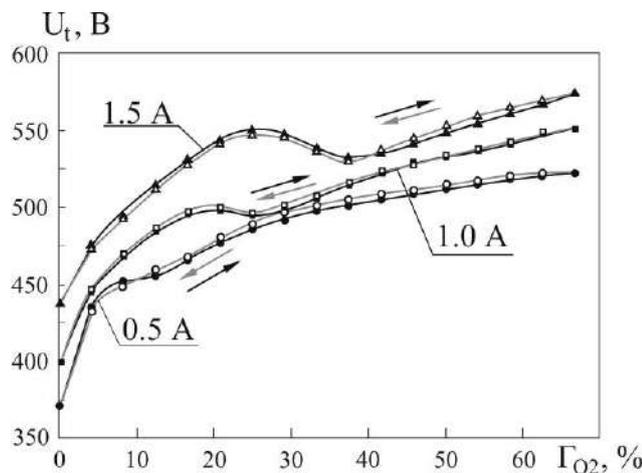


Рисунок 2 – Зависимость напряжения разряда от содержания кислорода в Ar/O₂ смеси газов при распылении мишени импульсным током при различном токе разряда (б).

Проведенные исследования скорости нанесения пленок при использовании постоянного тока и импульсного питания магнетрона ($F = 10$ кГц, $U^+ = 25$ В, $\tau = 3$ мкс) показали, что скорость нанесения также имеет сильную зависимость от концентрации кислорода в Ar/O₂ смеси газов (рисунок 3). Такое поведение зависимости скорости нанесения от Γ_{O_2} характерно для процессов реактивного магнетронного нанесения пленок оксидов и связано с формированием на поверхности мишени оксидной пленки, которая имеет более низкий коэффициент распыления.

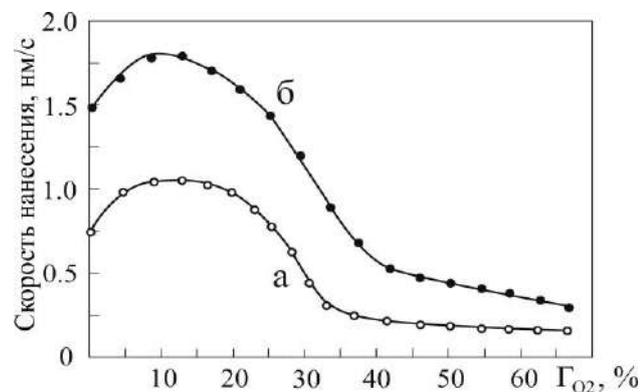


Рисунок 3 – Зависимость скорости нанесения пленок оксида ванадия от процентного содержания кислорода в Ar/O₂ смеси газов для различных режимов распыления ($I_r = 1,5$ А, $h = 85$ мм) при распылении на постоянном токе (а) и при импульсном распылении (б).

При использовании импульсного питания магнетрона характер кривой не изменялся (рисунок 2, кривая б). Однако скорость нанесения увеличилась практически на 70 % и переход

в реактивный режим работы, в котором скорость нанесения имеет низкие значения и практически не зависит от G_{O_2} , происходил при больших концентрациях кислорода (порядка 40 %). Такое поведение, по-видимому, связано с более высокими напряжениями разряда и эффектом «разрядки» оксидной пленки в течение длительности положительного импульса при импульсном распылении.

Анализ полученных результатов позволил сделать следующие выводы:

- при высоковакуумном магнетронном распылении напряжение разряда однозначно зависит от концентрации кислорода как при *DC*, так и при импульсном питании магнетрона;
- увеличение частоты и длительности положительного импульса приводит к увеличению напряжения разряда. При магнетронном распылении повышение напряжения разряда при стабилизации тока ведет к увеличению скорости распыления за счет увеличения средней энергии бомбардирующих мишень ионов. Это позволяет уменьшить время процесса. Однако, с другой стороны, более высокие напряжения разряда являются следствием уменьшения проводимости плазмы, что говорит об ухудшении условий плазмообразования. Кроме того, увеличение Ut при импульсном питании может приводить к увеличению влияния эффектов, связанных с ионной и электронной бомбардировкой растущей пленки. Это такие эффекты как дефектообразование, имплантация ионов и атомов отдачи и распыление пленки. При этом может происходить обогащение поверхности отдельным элементом, кристаллизация или аморфизация поверхностного слоя. Также в ряде случаев бомбардировка ионами высокой энергии ведет к возникновению дефектов в виде вакансий, межузельных атомов, дислокаций и появлению неоднородностей [1, 2]. Поэтому для нанесения пленок оксида ванадия был выбран режим импульсного питания, при котором напряжение разряда было минимальным, при этом обеспечивалась возможность стабильной работы МРС во всем диапазоне концентраций кислорода и отсутствовали эффекты дугообразования: $F = 10$ кГц, $\tau = 3$ мкс, $U_+ = 25$ В, которые в дальнейшем использовались при нанесении пленок оксида ванадия.

Список использованных источников

1. Chapman, B. *Glow discharge processes* / B. Chapman. – Wiley, NY, 1980. – 417 p.
2. Tachi, Sh. *Impact of plasma processing on integrated circuit technology migration: From 1 mm to 100 nm and beyond* / Sh. Tachi / *Journal of Vacuum Science Technology*. – 2003. – Vol. 21, № 5 – P. S131–S138.

UDC 621.793

DISCHARGE CHARACTERISTICS OF A MAGNETRON SPUTTERING SYSTEM UNDER REACTIVE MAGNETRON SPUTTERING OF A METAL VANADIUM TARGET AT DIRECT AND PULSED CURRENT

Nestsarchyk R.I.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics¹, Minsk, Republic of Belarus

Zavadskiy S.M. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ETT

Annotation. The article considers the influence of the composition of the gaseous medium on the characteristics of the magnetron discharge during high-vacuum reactive magnetron sputtering. The presented dependences of the deposition rate of vanadium oxide films on the percentage of oxygen in the argon/oxygen gas mixture for different modes during DC and pulsed sputtering.

Keywords: Magnetron sputtering systems, reactive magnetron sputtering, pulse power, deposition rate.

АРХИТЕКТУРА БЛОКА ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ (ISP) НА БАЗЕ ПРОЦЕССОРА M1

Протасов А.П. Стаселько И.Д. Позняков Т.Д.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научные руководители: Волорова Н.А – канд. техн. наук, доцент, заведующая кафедрой информатики,
Сиротко С.И. – канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры информатики*

Аннотация: Экспериментально исследована архитектура и программное устройство графического процессора (ISP) в процессоре *Apple M1* с помощью языка *C* и внешнего устройства обработки изображений.

Ключевые слова: микропроцессорная техника, *M1*, графический процессор, ядро.

Введение. Датчики изображения используются во многих типах устройств сбора изображений, таких как цифровые фотоаппараты, видеокамеры и камеры видеонаблюдения. В последнее время область их применения расширилась и теперь включает интеллектуальные устройства, а полученные изображения предназначены не только для хранения, но и для взаимодействия между человеком и компьютером. Для удовлетворения многих целей датчиков изображения роль улучшения изображения как никогда важна.

ISP (Image Signal Processor) – процессор сигналов изображения является одним из неоптических устройств, которые повышают качество захваченных необработанных изображений. Данный процессор использует несколько алгоритмов обработки изображений, включая шумоподавление и баланс белого, а также другие алгоритмы улучшения изображения. Специальная аппаратная реализация обеспечивает высокое качество изображения и производительность обработки за счет масштабируемости и гибкости.

Функции *ISP* могут быть реализованы и на выделенном оборудовании, процессоре общего назначения или процессоре параллельных вычислений. Реализация *ISP* на процессоре общего назначения может быть подходящей не только для высокого качества изображения сложных алгоритмов, но также для масштабируемости и гибкости звука. Однако, стоимость реализации последнего высока из-за большого объема вычислений, и необходима высокопроизводительная платформа, такая как настольный ПК. *ISP (Image Signal Processor)* – это небольшой встроенный в чип *M1* процессор для обработки изображений, полученных из камеры устройства.

Основная часть. Процессор состоит из своего локального ЦП, который может запускать локальные алгоритмы обработки изображений, такие как АвтоФокус. Так же в *ISP* присутствуют встроенные модули для выполнения профессиональных процессов для изображений, интерфейсы передачи изображений. Для обработки изображений различного качества и цвета, в *ISP* используются различные алгоритмы и принципы, такие как *GWA*. *GWA* (предположение серого мира) – предположение, что цвет в каждом канале датчика в среднем равен серому по всему изображению (полю зрения). Оно является одним из наиболее распространенных предположений, сделанных при попытке оценить спектральное распределение источника света. Обычно каждый канал датчика усредняется независимо. *BF* – двусторонний фильтр, *AC* – автоматический контраст, а *LTI* – переходное улучшение яркости.

Цветные изображения, которые поступают через датчик изображения, могут показывать цвета, отличные от тех, которые видны невооруженным глазом. Чтобы исправить это, используют процесс баланса белого (*WB*). Алгоритм *WB GWA* предполагает, что средний цвет изображения - серый. Аналогично, алгоритм *Retinex (WR)* с белыми пятнами предполагает, что пиксель максимальной интенсивности является белым. Поскольку эти предположения

могут быть статистически неверными, итеративный баланс белого (*IWB*) итеративно уточняет белые пиксели, в то время как голосование по освещению проверяет условия освещения.

$$C_{WB}(x, y) = C(x, y) \left(\sum_x \sum_y^n R + \sum_x \sum_y^n G + \sum_x \sum_y^n B \right) / 3 \sum_x \sum_y^n C$$

Рисунок 1 – Алгоритмы *GWA* для *ISP* в *M1*

Где *C* представляет собой один из *R*, *G* и *B*, а *CWB* представляет значение цвета после балансировки белого. После процесса *GWA*, *Demosaicing* – это алгоритм для создания полных каналов *RGB*, который достигается за счет интерполяции цветных пикселей, которые отсутствуют в изображениях, снятых датчиком. Существует множество алгоритмов, включая эвристические методы, подходы в частотной области, подходы к реконструкции. На рисунке 2 показан поток *Adaptive Homogeneity-Directed Demosaicing*, Используемый в *ISP* чипа *M1*:

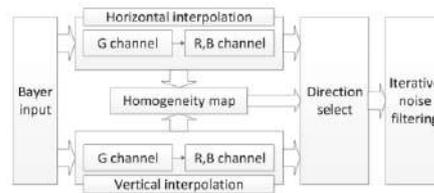


Рисунок 2 – Поток *Adaptive Homogeneity-Directed Demosaicing*

После *demosaicing* блок цветокоррекции находит особенности цвета и исправляет цветовые артефакты. Уравнение цветокоррекции может быть вычислено в сочетании с последующим преобразованием цветового пространства. Поскольку уравнение цветокоррекции может быть объединено с уравнением преобразования цветового пространства, промежуточный процесс для сохранения значений результата цветокоррекции может быть удален, тем самым сокращая цикл доступа к памяти.

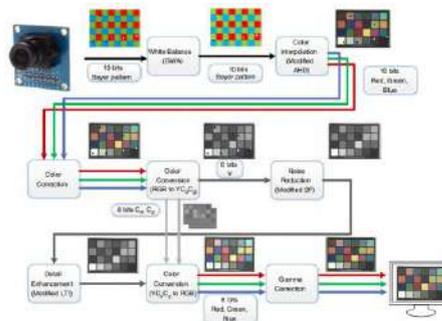


Рисунок 3 – Предполагаемая цепочка *ISP*

Чтобы проверить производительность предложенной полной цепочки *ISP*, качество полученных изображений должно сначала пройти коммерчески доступный тест качества изображения.

Эксперименты проводились с использованием датчика изображения *CMOS* со спецификацией, показанной на рисунке 4. На рисунках 6 и 8 показаны части тестовых шаблонов.

Specification	
Active array size	2592 x 1944
Output formats	10-bit RGB raw
Lens size	1/4 in.
Input clock frequency	6 to 27 MHz
Max S/N ratio	38 dB

Рисунок 4 – Тестовые шаблоны



Рисунок 5 – Результат, полученный на *ISP* процессора *M1*



Рисунок 6 – Тестовый шаблон качества изображения на доступном датчике изображений на базе *CMOS*

Заключение. В данной научной работе было проведено исследование *Image Signal Processor* в процессоре *Apple M1* на примере доступного датчика изображения на базе *CMOS*. В ходе тестирований данного датчика изображений с использованием языка *C* и предполагаемыми алгоритмами достигнут результат того, что тесты соответствуют стандартам обработчика изображений на процессоре *M1*. Целью дальнейших изучений будет являться полная отладка *ISP* на аппаратном уровне, дальнейшее тестирование процессора в других условиях и с другим программным и аппаратным обеспечением для выявления возможных ошибок и уязвимостей, а так же для предположения оптимизации и энергоэффективности *ISP*.

Список литературы

1. Mayhand Handley, *M1 Explainer*. – 2021. – № 1. – С. 8–27.
2. Patrick Hansen, Alexey Vilkin, Yury Khrustalev, James Imber, Dumidu Talagala, David Hanwell -- The Role of Image Signal Processing in Efficient Deep Learning Vision Systems. – 2020. – № 1. – С. 2–12.
3. Maxime Pelcat -- Models of Architecture for DSP Systems. – 2020. – № 1. – С. 5–10.

UDC 004.383.3

IMAGE SIGNAL PROCESSOR ARCHITECTURE OF APPLE M1 PROCESSOR

Protasov A.P., Staselko I.D., Poznyakov T.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Volorova N.A. – PhD, assistant professor, head of the department of Informatics

Sirotko S.I. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of Informatics

Annotation. We validated the approach by comparing training results from simulated raw images against raw images captured in-lab. We found that processing images with an ISP improves accuracy by an average of 7.0% for a broad set of MobileNet CNNs. Our results indicate that the ISP has a more significant impact, and our results on the larger ResNet-50 and are consistent with this trend.

Keywords: microprocessor technology, microcontroller, electrostatic discharge

УДК 616-073.97

ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗЫ О НОРМАЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ АМПЛИТУД ЭЛЕКТРОМИОГРАММ ЖЕВАТЕЛЬНЫХ МЫШЦ

Самуйлов И.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Давыдов М.В. – канд. техн. наук, доцент, первый проректор БГУИР

Аннотация. В работе представлены результаты проверки гипотезы о нормальном законе распределения электромиограмм жевательных мышц в состоянии покоя. Исследовались критерий размаха амплитуды электромиографического сигнала. Были проанализированы данные электромиографии двухсот пациентов. В качестве критериев проверки гипотезы о нормальном законе распределения данных использовались пять критериев: коэффициент вариации, отклонение несмещенного коэффициента асимметрии и эксцесса от стандартного отклонения коэффициента асимметрии и эксцесса, критерий Лиллифорса, критерий Андерсона-Дарлинга. Гипотеза о нормальном законе распределения размаха амплитуды для неспецифических методов отвергалась для 7-40 % пациентов. Для специализированных критериев Лиллифорса, Андерсона-Дарлинга гипотеза отвергалась для 82-91% пациентов.

Ключевые слова: электромиография, нормальное распределение, мышцы челюстно-лицевой области, критерий Лиллифорса, критерий Андерсона-Дарлинга.

Введение. Основным методом анализа функционального состояния мышечного комплекса выступает электромиографический метод (ЭМГ), основанный на регистрации биопотенциалов. При этом в литературе редко встречаются сведения о законе распределения ЭМГ. Априорно считается, что распределение имеет нормальный вид.

Вид закона распределения имеет колоссальное значение при одновременном анализе активности мышц группы пациентов. Примером данного типа анализа может служить построение карт распределения амплитуд.

В данной статье автором показано, что распределение размаха амплитуд ЭМГ жевательных мышц является нормальным только условно. Хорошие результаты (89%) показывает только не специфические тесты. При использовании специфических тестов количество пациентов с не отвергнутой гипотезой о нормальном законе распределения составляет для теста от до, для теста от до.

Основная часть. В работе анализируются электромиограммы жевательных мышц находившихся в состоянии покоя. Обработаны значения 200 пациентов. Частота дискретизации составляла 2кГц. Данные каждого канала ЭМГ пациента разбивались на интервалы по 0,1с. Данные ЭМГ обрабатывались в программной среде *Matlab 2020R*. Далее на каждом интервале определялся размах амплитуды ЭМГ сигнала. Полученные таким образом распределения амплитуд анализировались пятью методами:

1) Коэффициент вариации, рассчитывается по формуле 1 [1]. Если значение коэффициента вариации превышает 0,33, то гипотеза о нормальности распределения данных выборки не подтверждается.

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \quad (1)$$

где σ – среднеквадратическое отклонение;

\bar{x} – среднее значение, по выборке X .

Анализ отклонения несмещенного коэффициента асимметрии от стандартного отклонения коэффициента асимметрии. Коэффициент асимметрии характеризует направление

и величину сдвига главной моды распределения [2]. Рассчитывается данный критерий по формулам 2–5.

$$|G_1| \leq 3 \cdot S_{G_1} \quad (2)$$

$$g_1 = \frac{\sqrt{N} \cdot \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^3}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \right)^3}} \quad (3)$$

$$G_1 = \frac{\sqrt{N \cdot (N-1)}}{N-2} \cdot g_1 \quad (4)$$

$$S_{G_1} = \sqrt{\frac{6 \cdot (N-1)}{(N-2) \cdot (N+1) \cdot (N+3)}} \quad (5)$$

где g_1 – коэффициент асимметрии;

G_1 – Несмещенный коэффициент асимметрии;

N – Количество элементов в выборке;

S_{G_1} – среднее квадратическое отклонение коэффициента асимметрии.

Анализ отклонения коэффициента эксцесса от среднее квадратического отклонения коэффициента эксцесса. Коэффициент эксцесса дает информацию о характеризующую крутость графика по сравнению с кривой Гаусса [2]. Рассчитывается данный критерий по формулам

6 – 9.

$$|G_2| \leq 5 \cdot S_{G_2} \quad (6)$$

$$g_2 = \frac{N \cdot \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^4}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \right)^2}} - 3 \quad (7)$$

$$G_2 = \frac{(N-1) \cdot ((N+1) \cdot g_2 + 6)}{(N-2) \cdot (N-3)} \quad (8)$$

$$S_{G_2} = \sqrt{\frac{24 \cdot N \cdot (N-1)}{(N-1)^2 \cdot (N+3) \cdot (N+5)}} \quad (9)$$

4) Критерий Лиллифорса (*Lilliefors*) [3]. Данный метод является вариантом классического критерия Колмогорова-Смирнова, специально модифицированного для проверки нормальности, рассчитывается по формуле. Критерий Лиллиефорса также, как и критерий Колмогорова-Смирнова, вычисляется как максимальная разность функции распределения величины и функции нормального распределения. Величина считается согласной нормальному закону распределения, если значение критерия для неё меньше критического, определяемого из таблицы критических значений.

$$D_N^+ = \max_{1 \leq i \leq N} \left(\frac{i}{N} - F(x_i) \right), \quad D_N^- = \max_{1 \leq i \leq N} \left(F(x_i) - \frac{i-1}{N} \right) \quad | \text{где } i = 1 \dots N \quad (10)$$

$$LF = \max(D_N^+, D_N^-)$$

5) Критерий Андерсона-Дарлинга [4]. Применяется при проверке эмпирического распределения $F_n(x)$ и теоретического закона $F(x, \theta)$, то есть для проверки гипотезы об нормальном законе распределения.

$$S_{\Omega} = -N - 2 \cdot \sum_{i=1}^N \left\{ \frac{2 \cdot i - 1}{2 \cdot N} \cdot \ln(F(x_i, \theta)) + \left(1 - \frac{2 \cdot i - 1}{2 \cdot N} \right) \cdot \ln(1 - F(x_i, \theta)) \right\} \quad (11)$$

где N – Количество элементов в выборке;

x_1, x_2, \dots, x_n – упорядоченные по возрастанию элементы выборки.

Если рассматривать гистограммы распределения отдельных пациентов наблюдается неоднозначная информация о законе распределения, см. рисунок 1. Можно наблюдать распределения, которые как описываются по нормальному закону, так и не описываются.

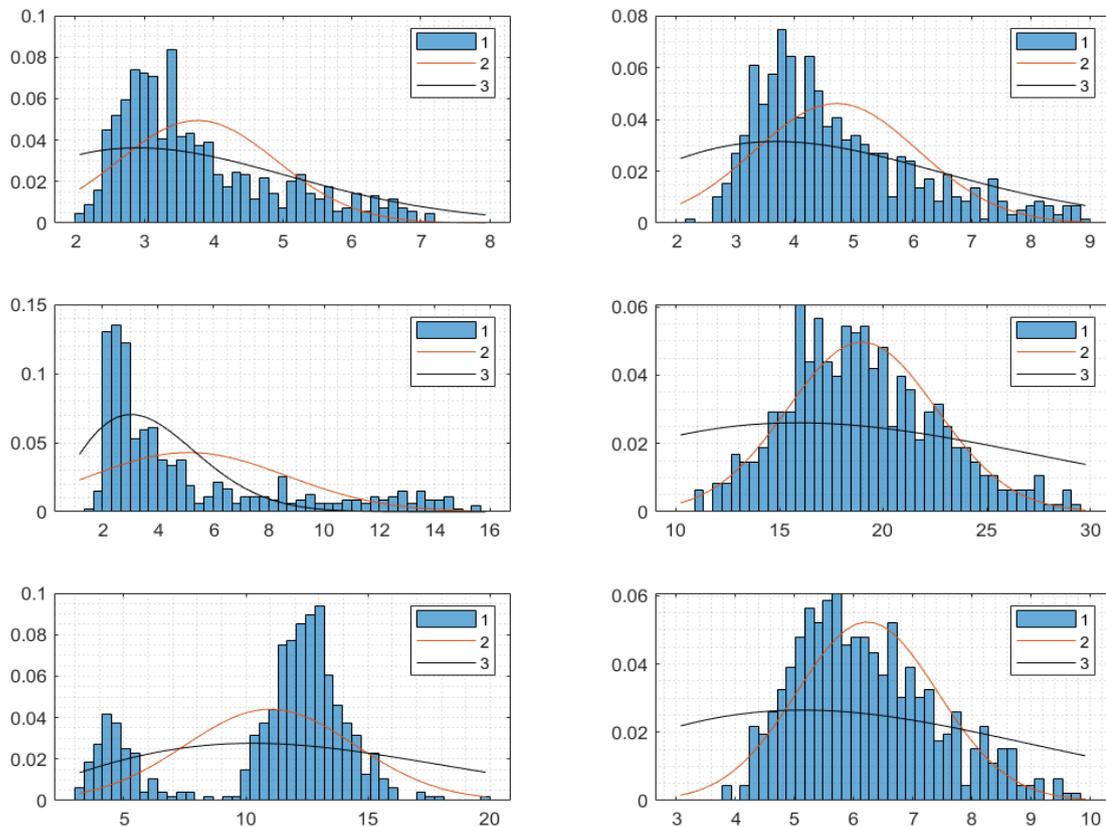


Рисунок 1 – Гистограммы распределения размаха амплитуд отдельных пациентов, где 1 – гистограмма, 2 – нормальное распределение, 3 – распределение Рэлея

Из данных, представленных в таблице 1 заметно, что гипотеза о нормальном законе распределение амплитуды ЭМГ не отвергается у большинства пациентов. Однако если использовать специальные методы, то процент не отвергаемой гипотезы о нормальности распределение сокращается до незначительных 9-10%

Таблица 1 – Процент пациентов с не отклонённой гипотезой о нормальности распределения амплитуды ЭМГ.

мышца	Тип критерия				
	Анализ коэф. вариации	Анализ отклонения коэф. асимметрии от стандартного отклонения коэф. асимметрии	Анализ отклонения эксцесса от стандартного отклонения эксцесса	Критерий Лиллифорса	Критерии Андерсона-Дарлингга
правая жевательная мышца	93%	77%	60%	18%	9%
левая жевательная мышца	89%	81%	64%	17%	10%

Заключение. Проведен анализ гипотезы о нормальном распределении размаха амплитуды электромиограмм жевательных мышц. Гипотеза о нормальном законе распределения размаха амплитуды для неспецифических методов отвергалась для 7-40 % пациентов. Для специализированных критериев Лиллифорса, Андерсона-Дарлингга гипотеза отвергалась для 82-91% пациентов. Из этих данных следует вывод о том, что распределение размаха амплитуд не описывается нормальным законом распределения. Проанализировав форму распределения размаха амплитуд, можно прийти к выводу о характерной правосторонней асимметрии, что характерно для логарифмически нормальных распределений. Следовательно, кажется перспективным исследовать на соответствие нормальному закону распределения иные критерии электромиографического сигнала.

Список литературы

1. Грибовский, С.В. О повышении достоверности оценки рыночной стоимости методом сравнительного анализа/С.В. Грибовский, Н.П. Баринев, И.Н. Анисимова// Вопросы оценки. –2002.–№1-С.2-10
2. Ребро, И.В. Прикладная математическая статистика для технических специальностей: учеб. пособие / И.В. Ребро, В.А. Носенко, Н.Н. Короткова; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. – Волгоград: ИУНЯ ВолгГТУ, 2011. – 149 с.
3. Кайда, А. Ю. Проверка согласованности атрибутов набора данных с нормальным законом распределения / А. Ю. Кайда, И. А. Рыбаченко // Молодежь и современные информационные технологии : Сборник трудов XVIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 22–26 марта 2021 года. – Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2021. – С. 351-352.
4. Лемешко, Б. Ю. Модели распределений статистик непараметрических критериев согласия при проверке сложных гипотез с использованием оценок максимального правдоподобия. Ч. 1 / Б. Ю. Лемешко, С. Б. Лемешко // Измерительная техника. – 2009. – № 6. – С. 3-11.

UDC 616-073.97

HYPOTHESIS TESTING ABOUT THE NORMAL DISTRIBUTION ELECTROMYOGRAM AMPLITUDE OF MATERAL MUSCLE

Samuilau I.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Davydov M.V. – PhD, assistant professor, first vice-rector of BSUIR

Annotation. The paper presents the results of testing the hypothesis about the normal distribution of electromyograms of masticatory muscles at rest. The criterion of the amplitude range of the electromyography signal was studied. Electromyography data of two hundred patients were analyzed. Five criteria were used as criteria for testing the hypothesis about the normal law of data distribution: the coefficient of variation, the deviation of the unbiased skewness and kurtosis from the standard deviation of the skewness and kurtosis, the Lillifors test, and the Anderson-Darling test. The hypothesis of a normal distribution of the amplitude range for non-specific methods was rejected for 7-40% of patients. For specialized Lillifors, Anderson-Darling criteria, the hypothesis was rejected for 82-91% of patients.

Keywords: electromyography, normal distribution, muscles of the maxillofacial region, Lilliefors test, Anderson-Darling test.

УДК 616.7

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ СОЧЕТАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ И КВАНТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ ПРОЦЕДУР

Семенчик И.Н., Горох П.И.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Бондарик В.М. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ЭТТ

Аннотация: рассматривается методика исследования сочетанного воздействия магнитного поля и квантового излучения на параметры физиотерапевтических процедур

Ключевые слова: светотерапия, магнитотерапия

Введение. В медицине сейчас является очень популярным направлением лечение человека неинвазивными способами. Одними из популярнейших методов неинвазивного лечения является лечение квантовой энергией (светотерапия, цветотерапия, лазеротерапия) и магнитотерапия.

При терапии квантовым излучением активизируется митоз (деление) клеток или их апоптоз (программируемая гибель). В первом случае обеспечивается восстановление кожного покрова, а во втором уничтожаются клетки, провоцирующие патологические процессы. Так действует, например, ультрафиолетовое излучение при лечении заболеваний кожи. В общий механизм действия светолечения входит также активизация обменных веществ и местного кровообращения. В тканях накапливаются богатые энергией фосфаты и другие полезные вещества. Ультрафиолетовое излучение имеет важнейший для организма D-витаминобразующий эффект и улучшает липидный обмен. Обладает также способностью повышать защитные свойства эпидермиса и корректировать иммунные реакции.

Благодаря воздействию магнитных полей на определенные участки и механизмы человеческого организма, наблюдаются следующие положительные результаты:

- Улучшается обмен веществ, за счет чего происходит коррекция жирового обмена, что ведет к уменьшению объема тела.
- Под воздействием магнитного поля изменяется намагниченность железа в крови, за счет чего увеличивается способность гемоглобина более качественно переносить кислород к тканям. Качество доставки кислорода, в свою очередь, улучшает насыщение им различных органов и тканей, вследствие чего в организме повышается интенсивность обмена веществ.
- При воздействии магнитного поля происходит сокращение лимфатических сосудов, что способствует выведению шлаков и токсинов из организма.
- Уменьшается отечность тканей (например, при патологиях сердца, заболеваниях почек).
- Наблюдается более адекватное функционирование кровеносных сосудов и нервных волокон.
- Применение низкочастотного магнитного поля оказывает благоприятное воздействие на нервную систему.
- Наблюдаются положительные изменения при заболеваниях, связанных с нарушениями периферического кровообращения и иннервации (например, при сахарном диабете).
- Наблюдается благоприятный прогноз при лечении всех заболеваний, которые сопровождаются хроническим воспалением.
- Ускоряется заживление поврежденных тканей организма (например, после перенесенных ожогов, травм).
- Уменьшается боль при хронических болевых синдромах.
- Ускоряется заживление рубцов после перенесенных хирургических вмешательств.

При исследовании совмещенного воздействия ожидается получение эффективных рекомендаций для разработки аппаратов физиотерапевтических, работающих с квантовым излучением и магнитным полем, и усиленного влияния на кровообращение, поврежденные и отекающие ткани, нервную систему, воспаления.

Основная часть. Перед началом проведения исследований, необходимо определить области воздействия квантовым излучением и магнитным полем. Для светолечения так же важна подготовка поверхности кожи – сухая или обработанная специальным гелем [1].

Светотерапия – это лечебное применение электромагнитных волн оптического диапазона. Свет – это фотомагнитные волны, излучаются и поглощаются в виде квантов или фотонов. Между величиной энергии кванта и длиной волны существует обратная зависимость: с уменьшением длины волны энергия возрастает.

Магнитотерапия – метод, в котором применяется переменное низкочастотное (50 Гц) и постоянное магнитное поле (МП). Магнитное поле вид материи, посредством которого осуществляется связь и взаимодействие между движущимися электрическими зарядами. Глубина проникновения МП в ткани достигает 6 см [2].

Так же необходимо определиться с способом применения двух воздействий. Наилучшим решением будет использовать комбинации поочередного и одновременного применения с гелем и без.

Необходимо собрать четыре группы испытуемых (биомассы близкого по физиологии к человеку животного - *porcus*, толщиной более 6 см):

1. Первое воздействие – квантовое излучение без геля, второе воздействие – магнитное поле.
2. Первое воздействие – квантовое излучение с гелем, второе воздействие – магнитное поле.
3. Одновременное воздействие магнитного поля и квантового излучения, без геля.
4. Одновременное воздействие магнитного поля и квантового излучения, с гелем (рисунок 1).



Рисунок 1 – Используемые комбинации воздействий

Очищение кожи и нанесение геля. Перед сеансом кожа очищается средством с деликатным действием, затем на нее наносится проводниковый гель. Во время процедуры глаза пациента защищены специальными очками [3].

Процедуру квантового облучения проводить при помощи Биоптрона *MedAll* в течении разных интервалов времени времени, на различных расстояниях и различными длинами волн. Параметры воздействия аппарата выбираться будут из инструкции по эксплуатации:

- Длина волны – 480 - 3400 нм,
- Степень поляризации – >95% (590 - 1550 нм),
- Удельная мощность – прим. 40 мВт/см²,
- Плотность световой энергии в минуту – ср. 2,4 Дж/см²,
- Яркость света – мин. 10 000 люксов [4].

Процедуру воздействия магнитным полем проводить при помощи Нейро-МС/Д так же в течении разного количества времени, различной мощностью магнитного поля и расстояния до

объекта воздействия. Параметры воздействия аппарата выбираться будут из инструкции по эксплуатации:

- Амплитуда магнитной индукции – до 4 Тл,
- Количество подаваемых во время одного сеанса стимулов – до 10 000,
- Типы стимуляции: монофазная, бифазная, *theta-burst (TBS)*, парная [5].

В качестве освежающего геля будет применяться гель Клиндовит, либо его аналоги.

Имеет следующие преимущества:

- применяется при гнойных прыщах,
- удобная формула в форме геля,
- основа содержит увлажняющий и регенерирующий компоненты [3].

Измерения будут проводиться при помощи осциллографа для наблюдения изменения потенциала в муляже части человека, под сочетанным, различными способами, воздействием квантового излучения и магнитного поля.

Заключение. Разработанная методика позволит провести исследование для выявления корреляционных факторов сочетанного воздействия магнитного поля и квантового излучения, что позволит улучшить аппараты физиотерапии, которые применяют воздействия квантовым излучением и магнитным полем.

Список литературы

1. Методика указания по практическим работам / Закирова Р.М. [и др.] – Уфа: Центр повышения квалификации - Училище повышения квалификации работников со средним медицинским и фармацевтическим образованием, 2005. – 56 с. – Дата доступа: 20.01.2022.
2. Основы физиотерапии и курортологии: учебное пособие / Г. А. Мороз [и др.] – Симферополь: Медицинская академия имени С. И. Георгиевского, 2015. – 243 с. – Дата доступа: 20.01.2022.
3. Лечение акне летом гелем клиндовит [Электронный ресурс] / Клиндовит. – Москва, 2021 – Режим доступа: <https://clindovit.ru/stati/lechenie-akne-fototerapij/> – Дата доступа: 20.01.2022.
4. Биоптрон MedAll. Техническое задание [Электронный ресурс] / BIOPTRON. – Wollerau, 2019 – Режим доступа: <http://ru.bioptron.com/Products/BIOPTRON-MedAll.aspx> – Дата доступа: 10.01.2022.
5. Нейро-МС/Д [Электронный ресурс] / Медресурс. – Иваново, 2018 – Режим доступа: <http://medresurs24.ru/d/838330/d/neyro-msd.pdf> – Дата доступа: 20.01.2022.

UDC 616.7

METHODOLOGY FOR THE STUDY OF COMBINED EFFECTS MAGNETIC FIELD AND QUANTUM RADIATION ON PARAMETERS OF PHYSIOTHERAPY PROCEDURES

Semenchik I.N., Harokh P.I.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Bondarik V.M. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ETT

Annotation: The method of investigation of the combined effect of magnetic field and quantum radiation on the parameters of physiotherapy procedures is considered

Keywords: light therapy, magnetotherapy

УДК 004.94

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ УЛЬТРАЗВУКА В ПАКЕТЕ SIM4LIFE

Смирнова В.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Камлач П.В. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ЭТТ

Аннотация. Разработана методика исследования ультразвука в пакете *Sim4Life*. Разработана модель воздействия для проведения исследования, проведена симуляция ультразвука.

Ключевые слова: Моделирование, *Sim4Life*

Введение. *Sim4Life* – это платформа для симуляций, обладающая различными физическими обработчиками для непосредственного анализа биологических явлений реального мира и сложных технических устройств в проверенной биологической и анатомической среде, в том числе для моделирования воздействия различных электромагнитных явлений на биологические ткани [1].

Основная часть. Акустический решатель может быть применен для численного моделирования установок, связанных с явлениями линейной акустики в слышимом диапазоне и ультразвуковом диапазоне. В сочетании с термическим решателем можно оценивать накопленную энергию и нагрев для целей определения целей и оценки безопасности. Примерами приложений являются:

- планирование и оценка безопасности терапевтического ультразвукового лечения (сфокусированная ультразвуковая абляция опухолей, обработка ультразвуковым ножом, лечение невралгической боли, тромболитис с помощью ультразвука);
- оптимизация фокусировки для преобразователей акустической фазы;
- оценка безопасности и эффективности ультразвуковых устройств, применяемых к виртуальным пациентам;
- проектирование и оптимизация применения ультразвука, особенно в медицинских целях;
- воздействие на человека, например, шума МРТ, шума дорожного движения, акустической стимуляции и пр.
- обеспечить достаточную полноту тестирования;
- определить функциональные блоки (ФБ), ответственные за возникновение отказа.

Для выполнения симуляции был смоделирован ряд прямоугольных параллелепипедов для последовательной имитации различных биологических материалов, а именно кожи, жира, мышц и кости, а также выбрали одноэлементный фокусирующий излучатель (рисунок 1)

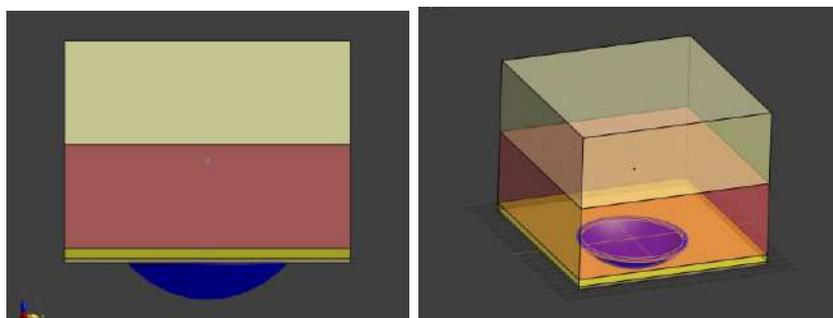


Рисунок 1 – Смоделированные модели

На рисунке 2 представлен список элементов *Multi-Tree / Model* в окне программы *Sim4Life*.

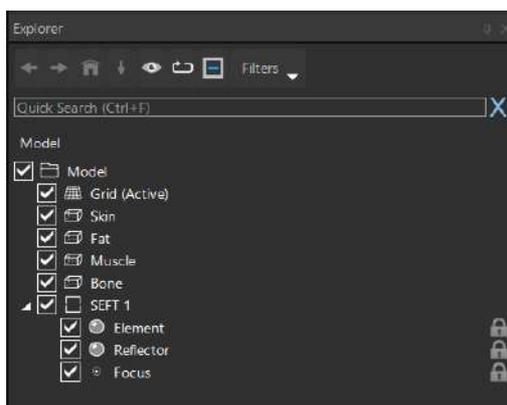


Рисунок 2 – Список элементов

Для проведения симуляции использован обработчик акустических воздействий. Он содержит в себе множество настраиваемых параметров, далее будут рассмотрены только самые значимые из них.

Окружению присвоен материал воздух, объекту присвоен материал мышцы. Плечи диполя являются идеальными проводниками. Так как мышцы имеют комплексное сопротивление, некоторые параметры этого материала автоматически просчитаны программой под нужную частоту.

Окружению присвоен материал вода, слоям параллелепипеда присвоены кожа, жир, мышцы и кость.

Рассмотрим симуляцию для частоты равной 110 кГц. Список настроек для данной частоты представлен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Список настроек для симуляции при частоте 110 кГц

Настройка (*setup*): необходимо указать тип математической модели, а также основные параметры моделирования. Материалы (*materials*): необходимо присвоить свойства материала объектам модели, включенным в моделирование, как рассматривалось выше, это вода, кожа, жир, мышцы и кость. Источники (*sources*): необходимо назначить акустические источники, ответственные за возбуждения сигнала при моделировании, и нужно указать их свойства когерентности. Граничные условия (*Boundary Conditions*): необходимо определить граничные условия, применяемые на поверхности вычислительной области. Датчики (*sensors*): нужно обозначить области полевых датчиков и местоположение точечных датчиков. Сетка (*grid*): необходимо настроить диапазон настроек для механизма генерации сетки, чтобы получить оптимальную дискретизацию для моделирования. Воксели (*voxels*): нужно расставить приоритеты и сгенерировать воксели, как только будет создана удовлетворительная сетка. Решатель (*solver*): необходимо выбрать режим выполнения для используемого числового решателя [1].

В результате просчета программой симуляции для извлечения доступно множество различных данных. Далее рассмотрим основные из них для различных частот.

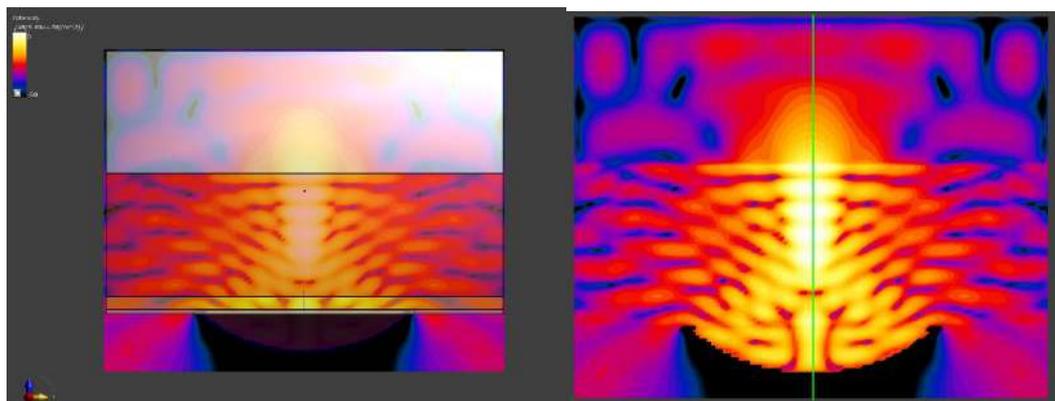


Рисунок 4 – Распределение интенсивности на частоте 110 кГц

Заключение. Разработана методика исследования ультразвука в пакете *Sim4Life*. Разработана модель воздействия для проведения исследования, проведена симуляция ультразвука.

Полученная информация открывает пути для последующего исследования магнитной стимуляции и влияния ее на организм человека, что может найти практическое применение в области медицины.

Список литературы

1. Дубицкий С.Д. Поднос В.Г. ELCUT – инженерная система моделирования двумерных физических полей / С.Д. Дубицкий, В.Г. Поднос // CADmaster – 2001. – №1. – С.17-21.
2. *Sim4Life light Reference Guide Release 6.0* / Zurich Med Tech. – Sim4Life Application and Support Team, Zurich, Switzerland, 2021.
3. *Sim4Life* [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://zmt.swiss/sim4life/>
4. Cho-Kuen Ng, *Electromagnetic Modeling of Human Body Using High Performance Computing* / Cho-Kuen Ng // *Physics Procedia*. – 2017. – №90. – С. 110.

UDC 004.94

ULTRASOUND RESEARCH METHODOLOGY IN THE SIM 4LIFE PACKAGE

Smirnova V.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kamlach P.V. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of EET

Annotation. A technique for studying ultrasound in the Sim4Life package has been developed. A model of exposure for the study was developed, ultrasound was simulated.

Keywords: Simulation, Sim4Life.

УДК 621.3.049.77–048.24:537.2

ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ НА ВРЕМЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ GPS СИГНАЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОБИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ IOS

Соколовский В.Е.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Мадвейко С.И – канд.техн.наук, доцент, заведующий кафедры ЭТТ

Аннотация. Экспериментально исследовано влияние плотности городской застройки на время определения GPS сигнала с использованием мобильной системы на базе iOS. Установлено, что в условиях затенения городской застройкой время определения GPS сигнала увеличивается пропорционально плотности застройки, и может достигать значения в 4.89 сек. при плотности городской застройки 13 216 м²/га.

Ключевые слова: затенение, GPS сигнал, мобильное устройство на базе iOS, городская застройка

Введение. Каждый год наблюдается тенденция к цифровизации. Данную тенденцию можно наблюдать и в области медицинской электроники. Уже зачастую медицинское оборудование снабжается приемниками GPS-сигнала. Множество исследований, например, холтеровское мониторирование, могут снабжаться приемниками GPS-сигнала, для получения более детальной картины исследования: скорости перемещения, маршрута передвижения и целесообразности этих действий.

Местоположение приемника в системе спутниковой навигации вычисляется пересечением сфер от разных спутников. Радиусы сфер определяются неточно из-за ионосферной и тропосферной задержек, релятивистского эффекта, эффекта прием отраженного сигнала и других факторов. Без каких-либо коррекций точность определения местоположения составляет 30-50 метров [1].

Поэтому актуальной задачей является исследование влияния плотности городской застройки на время определения GPS-сигнала с использованием современных мобильных систем с операционной системой iOS.

Основная часть. Каждая система спутниковой навигации содержит не менее 24-х спутников. Спутники постоянно передают пакеты, в которых закодировано время отправки и координаты спутника во время отправки. Скорость передачи данных известна - с (скорость света в вакууме). После получения пакета приемник рассчитывает время прохождения сигнала:

$$\Delta t = t_r - t_s, \quad (1)$$

где t_r – время получения сигнала;

t_s – время отправки сигнала.

Значит, расстояние от спутника (в момент отправки) до приемника (в момент получения) есть произведение времени на скорость:

$$d = \Delta t \times c \quad (2)$$

Следовательно, приемник может быть на любой точке сферы радиуса D с центром в точке, где находится спутник во время отправки. Если добавить информацию со второго спутника, то приемник будет находиться на пересечении двух сфер. Таким образом, добавив еще один излучатель, мы найдем точное местоположение (рисунок 1).

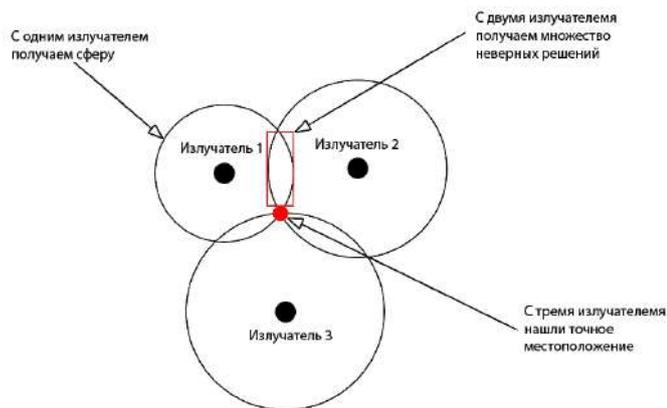


Рисунок 1 – Точное местоположение путем пересечения трех сфер

Необходимо рассмотреть в аналитическом виде часть ошибок и задержек, возникающих при измерении расстояния от спутника до приемника.

Под ошибкой будем понимать какой-либо сдвиг координат спутника или часов приемника и спутника. Задержка – это ошибка, по причине которой изменилась скорость прохождения сигнала на каком-либо участке от спутника до приемника.

Пусть у нас имеется приемник и несколько спутников. Пусть имеется общая временная шкала, т.е. время, по которому выстроены часы спутников и приемника. В качестве общей временной шкалы практически всегда берут средняя время по Гринвичу (время на нулевом меридиане). В соответствии с [2] будем называть псевдодальностью (pseudorange) величину

$$P_i = c \times [t(T_2) - t_i(T_1)], \tag{3}$$

где c – скорость света в вакууме;

$t(T_2)$ – время получения сигнала приемником по часам приемника;

$t_i(T_1)$ – время отправления сигнала спутником по часам спутника номер i .

Определяя расстояние от i -го спутника до приемника, псевдодальность содержит также следующие ошибки: ошибку синхронизации часов спутника и приемника, задержку сигнала в атмосфере (тропосфера и ионосфера), релятивистский эффект, инструментальные задержки, помехи типа «повторных изображений» (*multipath*), интерференции и другое (рисунок 2).



Рисунок 2 – Ошибки и их порядки

Учитывая выше написанное, перепишем уравнение (3) в виде[2]:

$$P_i = p_i + c \times (dt - dt_i) + rel_i + T_i + \alpha \times I_i + K_i + M_i + \varepsilon_i, \quad (4)$$

где p_i – геометрическое расстояние от спутника номер i до приемника, т.е.

$$p_i = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2 + (z - z_i)^2} \quad (5)$$

dt – изменение часов приемника от общей временной шкалы;

dt_i – изменение часов i -го спутника от общей временной шкалы;

T_i – тропосферная задержка;

I_i – характеризует ионосферную задержку, α – множитель, который выражается через частоту сигнала f : $\alpha = 40.3/f^2$;

rel_i – релятивистский эффект;

K_i – инструментальная задержка, вызванная помехами спутника, не зависит от частоты;

M_i – эффект приема отраженного сигнала, зависит от частоты;

ε_i – неучтенные здесь ошибка [1].

Подробное описание каждой из этих ошибок и задержек можно найти, например, в [2]. Большинство решения для коррекции ошибок реализованы в открытой библиотеке *GPSTk*.

Опираясь на вышеизложенное, был проведен эксперимент, по определению влияния затенения городской застройки на время определения *GPS*-сигнала. Методика эксперимента заключалась в помещении мобильного устройства на базе *iOS* в экранированную емкость. После пропадания сигнала, устройство извлекалось и производился замер времени до определения устройства спутниковыми системами. Экран мобильного устройства на базе *iOS* проецировался на ноутбук. Производилась запись экрана, а затем раскадровка полученного материала для увеличения точности полученных результатов. Результаты эксперимента подчиняются нормальному закону распределения. Наблюдается корреляция между увеличением времени определения устройства и увеличением плотности городской застройки. Полученные результаты приведены в таблице 1. Полученные результаты были распределены на временные отрезки (рисунок 3).

Таблица 1 – Значения времени определения *GPS* сигнала в условиях затенения

Номер измерения	Время измерения, сек	Номер измерения	Время измерения, сек	Номер измерения	Время измерения, сек
1.	2,94	21.	2,19	41.	4,32
2.	2,5	22.	2,35	42.	3,61
3.	2,49	23.	2,49	43.	3,4
4.	2,62	24.	9,79	44.	2,15
5.	3,48	25.	2,56	45.	2,57
6.	3,15	26.	2,49	46.	2,42
7.	2,41	27.	2,37	47.	2,03
8.	2,47	28.	2,47	48.	3,05
9.	3,15	29.	2,62	49.	2,67
10.	2,46	30.	2,75	50.	2,75
11.	2,41	31.	2,62	51.	2,52
12.	2,49	32.	2,49	52.	3,17
13.	2,53	33.	2,17	53.	2,41
14.	2,57	34.	2,99	54.	2,35
15.	3,01	35.	4,47	55.	2,96
16.	3,03	36.	3,15	56.	3,17
17.	2,47	37.	2,37	57.	2,29
18.	4,89	38.	2,75	58.	2,42
19.	1,99	39.	2,48	59.	2,63
20.	2,09	40.	2,35	60.	2,32



Рисунок 3 – Распределение результатов по временным промежуткам

Для наглядности, построен график с зависимостью времени определения от плотности городской застройки (рисунок 4).

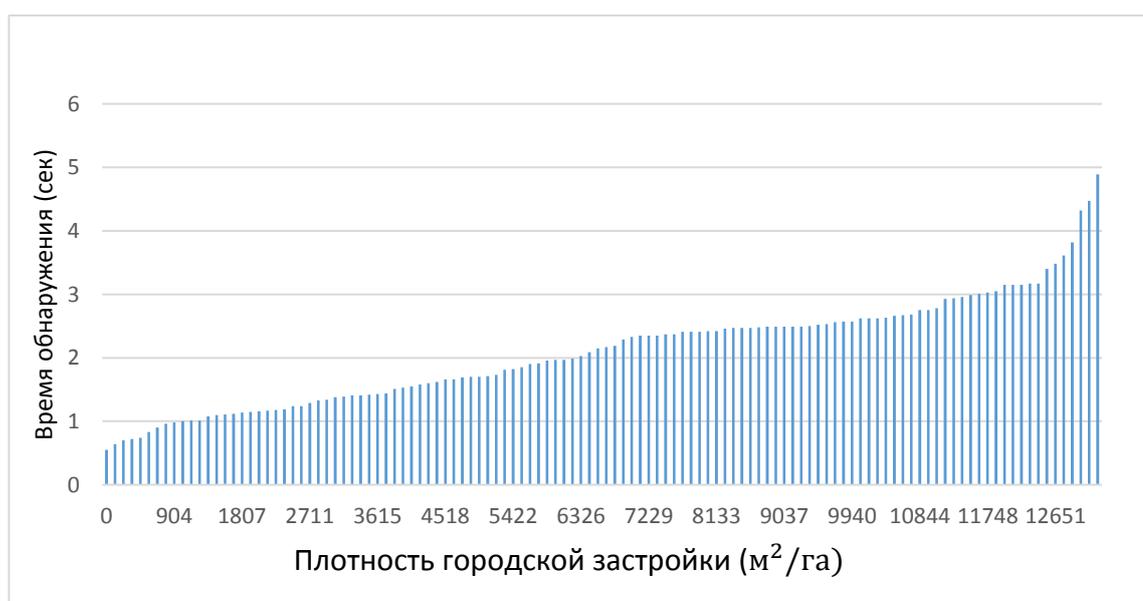


Рисунок 4 – Зависимость времени обнаружения от плотности городской застройки

При анализе таблицы 1 и рисунков 3,4 выявлено, что пиковые значения времени обнаружения мобильного устройства на базе *iOS* в условиях затенения городской застройкой достигают пиковых значений в 4.89 секунд при максимальной плотности городской застройки 13 216 м²/га. Так же видно, что большая часть значений лежит во временном интервале от 2.4 – 2.6 секунд.

Заключение. Выполнен эксперимент по определению времени обнаружения *GPS* сигнала в условиях затенения городской застройкой. Экспериментально установлено, что в условиях затенения посредством городской застройки время обнаружения *GPS* сигнала в среднем выше на 2 секунду относительно идентичных условий без затенения. Определено, что время обнаружения *GPS* сигнала прямо пропорционально возрастает с увеличением плотности городской застройки.

Список литературы

1. High-precision positioning for single-frequency satellite navigation receivers using inertial sensors / D. Pershin, A. Scherbakov / *Institute of Informatics Systems SB RAS – Novosibirsk*, 2017 – 5 p.
2. Astronomy and Geomatics Research Group, *GPS data processing: code and phase Algorithms, Techniques and Recipes – Barcelona, Spain*, 2001
3. High accuracy positioning for single-frequency satellite navigation receivers using inertial sensors / A. Shcherbakov, D. Pershin // *Novosibirsk State University – Novosibirsk*, 2011 – 7 p. – MNSK-2011
4. Control of transport routes with cell phones / I.V. Neznanov, D.E. Namiot // *International Journal of Open Information Technologies ISSN: 2307-8162 vol. 3, no. 8, 2015*

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

INFLUENCE OF SHADING BY CITYSCAPE ON GPS SIGNAL DETECTION TIME USING AN IOS-BASED MOBILE SYSTEM

Sakalouski U.E.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Madveika S.I. – PhD, associate professor, head of the department of ETT

Annotation. The influence of urban density on the GPS signal detection time using a mobile system based on iOS has been presented. It was found that under the conditions of urban shading the time of GPS signal detection increases in proportion to the density of buildings, and can reach a value of 4.89 seconds at a density of urban building of $13\ 216\ m^2/ha$

Keywords: shading, GPS signal, iOS mobile device, urban development

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПИРОМЕТРОВ

Стреха В.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Собчук Н.С. – старший преподаватель кафедры ЭТТ

Аннотация. Построена схема в эмуляторе Proteus для упрощения проектирования пирометров. Схема содержит несколько датчиков для измерения температуры в разных диапазонах. Путем переключения датчиков можно получить пирометр, предназначенный для измерения температуры тела человека с высокой точностью, или пирометр, предназначенный для диагностики оборудования свыше 100 °С с точностью $\pm 0,5$ °С.

Ключевые слова: микропроцессорная система, микроконтроллер, инфракрасный термометр, пирометр, эмулятор, программный комплекс

Введение. В настоящее время наряду с контактными средствами измерения температуры все более широкое применение находят инфракрасные термометры. Приборы применяют в труднодоступных местах и в местах с агрессивными средами, в электро или пожароопасных местах, в медицине.

К самым важным параметрам пирометров можно отнести диапазон измеряемой температуры, оптическое разрешение, погрешность, поэтому при проектировании прибора ключевым моментом является выбор датчика температуры с необходимыми параметрами [1].

В данной статье автором показана схема, основанная на микроконтроллере *ATmega2560* и собранная в эмуляторе, позволяющая упростить проектирование пирометров.

Основная часть. При проектировании пирометра необходимо решить следующие задачи:

- выбрать датчик температуры для нужного типа пирометра;
 - определиться с выбором микроконтроллера, совместимым с датчиком;
 - выбрать другую периферию (индикатор, внешняя микросхема памяти, *UART* и т. д.).
- Кратко рассмотрим некоторые популярные датчики температуры (таблица 1):

Таблица 1 – Последовательность тестирования ФБ МК

Название датчика	Тип	Диапазон температур	Стандартный протокол подключения
<i>SHT25</i>	цифровой	-40...+120°C	интерфейс <i>I2C/2-Wire</i>
<i>DS1722</i>	цифровой	-55...+120°C	протокол <i>SPI/3-Wire</i>
<i>DS18B20</i>	цифровой	-55...+125°C	<i>1-Wire</i>
<i>MCP9700</i>	аналоговый	-40...+150°C	Отсутствует
<i>SI7021</i>	цифровой	-10...+80°C	интерфейс <i>I2C/2-Wire</i>

Анализируя приведенные датчики, составим схемы пирометров (рисунок 1). Схемы с цифровыми датчиками температуры имеют различия лишь в интерфейсах подключения к микроконтроллеру. Схемы с аналоговыми датчиками не имеют различий при условии, что выходной сигнал датчиков уже усилен и отфильтрован.

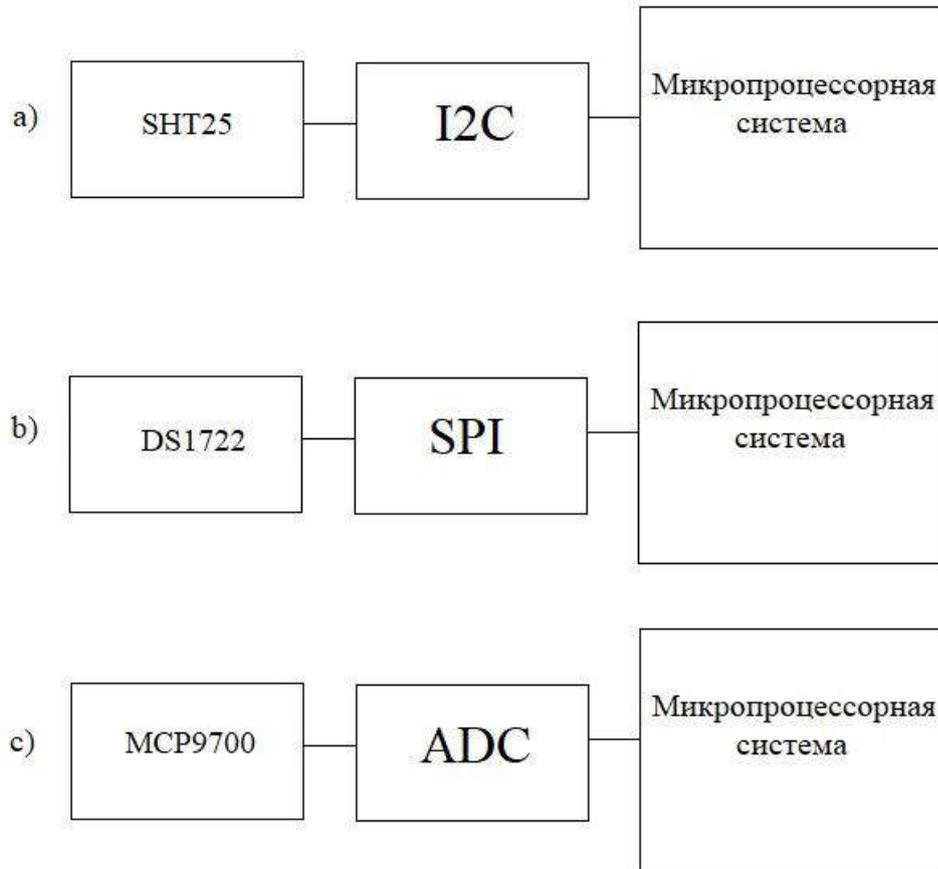


Рисунок 1 – Схемы бесконтактных термометров на основе датчиков: а) *SHT25*; б) *DS1722*; в) *MCP9700*

Для того, чтобы составить универсальную схему пирометра, необходимо реализовать протоколы передачи данных, алгоритмы обработки выходных сигналов популярных цифровых датчиков и аналогово-цифровой преобразователь. При проектировании прибора такая схема позволит в один клик изменить тип пирометра и, если характеристики полученного прибора соответствует заданию проектировщика, воспользоваться готовой схемой. Например, для измерения температуры тела человека можно использовать датчик *SHT25* с точностью $0,02\text{ }^{\circ}\text{C}$ в этом диапазоне температур, который является аналогом медицинского датчика. Для диагностики температуры некоторого оборудования и приборов можно использовать датчик *DS1722*, который имеет точность хорошую точность в диапазоне $-55\dots+125\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В качестве микроконтроллера для эмулируемой схемы выбран 8-битный микроконтроллер *ATmega2560* [2]. Микроконтроллер имеет интерфейсы *I2C*, *SPI*, *UART*, 16-канальный 10-битный АЦП. В схеме используется внешняя микросхема памяти *AT24C1024* на 1 МВ. *AT24C1024* имеет объем, в 256 раз больше, чем имеет микроконтроллер *ATmega2560* [3]. Также использование внешней микросхемы памяти, а не памяти контроллера, упрощает ремонт реального устройства при неисправности памяти. Для вывода результата измерения температуры используется дисплей *LM016L* и микросхема *LM317* для стабилизации питания дисплея [4]. Для передачи данных на ПК применяется преобразователь интерфейсов *USB-UART CP2102*. В процессе работы МК внутренний источник тактирования сильно нагревается, что влечёт непредсказуемый результат работы всей системы. Вместо внутреннего генератора тактирования используется внешний кварцевый генератор 8 МГц. Структурная схема показана на рисунке ниже (рисунок 2).

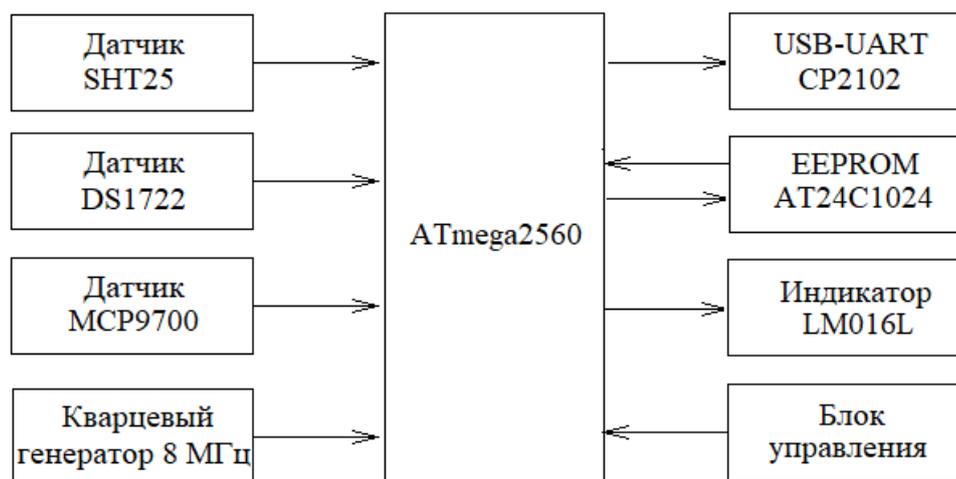


Рисунок 2 – Структурная схема универсального пирометра

Заключение. На основе микроконтроллера *ATmega2560* собрана схема для проектирования пирометров. Использование нескольких переключаемых датчиков температуры делает схему гибкой, что позволяет легко изменять параметры пирометра для разных нужд.

Список литературы

1. *Pyrometers and infrared thermometers* // Explainthatstuff [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://www.explainthatstuff.com/how-pyrometers-work.html>. – Дата доступа: 25.03.2022.
2. *ATmega2560 Datasheet* // Atmel Corporation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://html.alldatasheet.com/html-pdf/107092/Atmel/ATmega2560/153/1/ATmega2560.html>. – Дата доступа: 25.03.2022.
3. *AT24C1024 Datasheet* // Atmel Corporation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/77355/Atmel/AT24C1024.html>. – Дата доступа: 25.03.2022.
4. *LM016L Datasheet* // Hitachi Semiconductor [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/146552/Hitachi/LM016L.html>. – Дата доступа: 25.03.2022.

UDC 536.512.2

SOFTWARE PACKAGE FOR THE DESIGN OF PYROMETERS

Streha V.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Sobchuk N.S. – senior lecturer of the Department of ETT

Annotation. There is a scheme has been created in the Proteus emulator to simplify the design of pyrometers. The scheme has several transducers for measuring temperature in different ranges. By switching transducers, it's very easy to get a medicine pyrometer to measure temperature of human body with high accuracy or a pyrometer designed to diagnose equipment at a temperature of more than 100 °C with an accuracy of $\pm 0,5$ °C .

Keywords: microprocessor system, microcontroller, infrared thermometer, pyrometer, emulator, software package.

УДК 537.852.7

ИНДУКЦИОННЫЙ МЕТАЛЛОДЕТЕКТОР С ДИСКРИМИНАЦИЕЙ СИГНАЛА

Тарас М.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Лушакова М.С. – старший преподаватель кафедры ЭТТ

Аннотация. Разработана конструкция металлодетектора с дискриминацией сигнала для поиска металлических объектов. Функционирование устройства организовано на микроконтроллере *STM32F030F4P6*. Устройство способно работать и выдавать информацию о нахождении в зоне действия датчика металла при повышенной и пониженной температуре, при колеблющейся влажности, при изменении атмосферного давления.

Ключевые слова: индукция, металлодетектор, дискриминация сигнала, микроконтроллер

Введение. Металлодетектор применяется для обнаружения металлов, находящихся в немагнитной среде. Основное применение устройство получило в геологических и археологических исследованиях, для обнаружения металлической руды или других металлосодержащих предметов в грунте [1].

Основная часть. Принцип работы металлодетектора основан на изменении индуктивности катушки датчика, вследствие попадания в поле ее действия металлосодержащих объектов. Основная задача управляющей электроники устройства – распознать изменение индуктивности датчика и подать звуковой либо световой сигнал об этом.

Структурная схема индукционного металлодетектора представлена на рисунке 1.

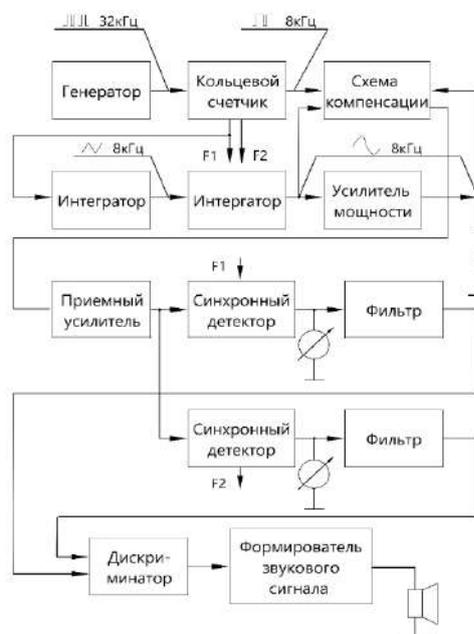


Рисунок 1 – Структурная схема устройства

Индукционный металлодетектор выполнен на основе микроконтроллера *STM32F030F4P6*. Микроконтроллер обладает высокопроизводительным ядром *ARM Cortex-M0 RISC* 32 бита с частотой 48 МГц, высокоскоростной памятью, широким выбором периферии и универсальным последовательным интерфейсом [2].

Кварцевый генератор необходим для образования прямоугольных импульсов, которые формируют сигнал, поступающий на катушку датчика. При помощи кольцевого счетчика на триггерах происходит деление сигнала генератора по частоте на 4. Счетчик выполнен по кольцевой схеме, это позволяет сформировать два сигнала $F1$ и $F2$ на его выходах, которые сдвинуты друг относительно друга на 90° по фазе для построения схемы дискриминатора.

На вход первого интегратора подается прямоугольный сигнал (меандр), на выходе получается кусочно-линейно изменяющееся напряжения. При помощи второго интегратора происходит преобразование из пилообразного сигнала в близкий по форме к синусоидальному, который состоит из полуволн формы параболы. Данный сигнал, обладающий стабильной амплитудой, поступает на усилитель мощности, который представляет собой нагруженный на катушку датчика преобразователь «напряжение-ток».

После напряжение датчика уже становится нестабильным по амплитуде из-за зависимости от отражающегося от металлических предметов сигнала. Абсолютная величина данной нестабильности обладает малым значением. Чтобы его увеличить для выделения полезного сигнала в схеме компенсации вычитается выходное напряжение второго интегратора из напряжения на катушке датчика. Со схемы компенсации полезный сигнал поступает на приемный усилитель, где происходит его усиление по напряжению. Синхронные детекторы необходимы для изменения полезного сигнала в медленно меняющиеся напряжения, величина и полярность которых зависит от сдвига отраженного сигнала по фазе относительно сигнала напряжения катушки датчика.

Фильтры высокой частоты отсекают бесполезные постоянные составляющие, пропуская и усиливая только изменяющиеся компоненты сигналов, связанные с движением датчика относительно металлических предметов. Дискриминатор выдает управляющий сигнал для запуска формирователя звукового сигнала только при определенном сочетании полярностей сигналов на выходе фильтров, что исключает срабатывание звуковой индикации от мелких железных предметов, ржавчины и некоторых минералов [3].

На металлодетекторе есть три подстроечных резистора для управления, которые отвечают за настройку шума, возникающего из-за повышенной минерализации почвы, настройку дискриминации металлов и за настройку чувствительности.

Заключение. Устройство разработано с учетом современной элементной базы и лучших конструктивных решений, является портативным и высокоточным оборудованием. Находит применение как промышленных, так и военных отраслях, а также для массового использования в различных условиях.

Список литературы

1. Индукционный металлоискатель. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://helpiks.org/1-108981.html>
2. STM32F030F4P6. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.chipdip.by/product/stm32f030f4p63.html>
3. Схема индукционного металлоискателя. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://radiostorage.net/96-skhematodnokatushhechnogo-indukcionnogo-metalloiskatelya.html>

UDC 537.852.7

INDUCTION METAL DETECTOR WITH SIGNAL DISCRIMINATION

Taras M.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Lushakova M.S. – senior lecturer of the Department of ETT

Annotation. The design of a metal detector with discrimination has been developed to search for metal objects. The operation of the device is organized on the *STM32F030F4P6* microcontroller. The device is able to work and provide information about being in the area of the metal sensor at elevated and lowered temperatures, with fluctuating humidity, and with changes in atmospheric pressure.

Keywords: induction, metal detector, signal discrimination, microcontroller.

УДК 621.3.049.77–048.24:537.2

АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИЖЕНИЙ СПОРТСМЕНОВ НА ОСНОВЕ ДИНАМОМЕТРИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Теребиленко Д.Ю., Елец Н.М.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Давыдова Н.С. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ИКТ

Аннотация. Проведён анализ технических составляющих вертикального прыжка. Представлены результаты обработки данных динамометрической платформы, описывающие динамические характеристики вертикального прыжка. В система *MATLAB* построены графики, демонстрирующие зависимость исследуемых динамических характеристик от времени (фазы прыжка).

Ключевые слова: динамометрическая платформа, динамические характеристики движений

Введение. Динамометрические платформы имеют широкий спектр применений, включая автомобильные краш-тесты, клинический анализ походки и анализ спортивной техники. Платформа представляет собой прямоугольную металлическую пластину, обычно размером около 0,4 x 0,6 м, с пьезоэлектрическими или тензометрическими датчиками, прикрепленными к каждому углу, для получения электрического выходного сигнала, пропорционального силе, действующей на пластину [1, 2].

Динамометрическая платформа может использоваться для анализа динамических характеристик движений спортсменов. К ним относятся ускорение, скорость, перемещение общего центра масс и др.

Для расчёта этих параметров используется специальное программное обеспечение для регистрации и визуализации вертикальной составляющей силы реакции опоры и смещения общего центра масс прыгуна. Дальнейший анализ данных дает эффективную иллюстрацию отношений между силами, действующими на тело спортсмена, и результирующими ускорением, скоростью и перемещением тела.

Основная часть. Рассмотрим типы вертикальных прыжков. На рис. 1 показаны технические элементы движений, участвующие в «*countermovement jump*» и «*square jump*».

В прыжке «*countermovement jump*» прыгун стартует из вертикального положения стоя, совершает предварительное движение вниз, сгибая колени и бедра, затем резко и энергично разгибает их, чтобы подпрыгнуть вертикально вверх от земли (рисунок 1, а).

Прыжок «*countermovement jump*» является примером движения, которое выигрывает от «цикла растяжения-сокращения». Многие человеческие движения, такие как бег, прыжки и метание, включают мышечные действия, в которых желаемому движению предшествует движение в противоположном направлении. Говорят, что мышцы «предварительно растягиваются» перед сокращением в желаемом направлении. Эксперименты показали, что предварительная растяжка увеличивает производство силы и работу мышц в последующем движении [3].

В прыжке «*square jump*» прыгун начинает движение из неподвижного положения полуприседа, затем энергично разгибает колени и бедра, чтобы прыгнуть вертикально вверх (рисунок 1, б).

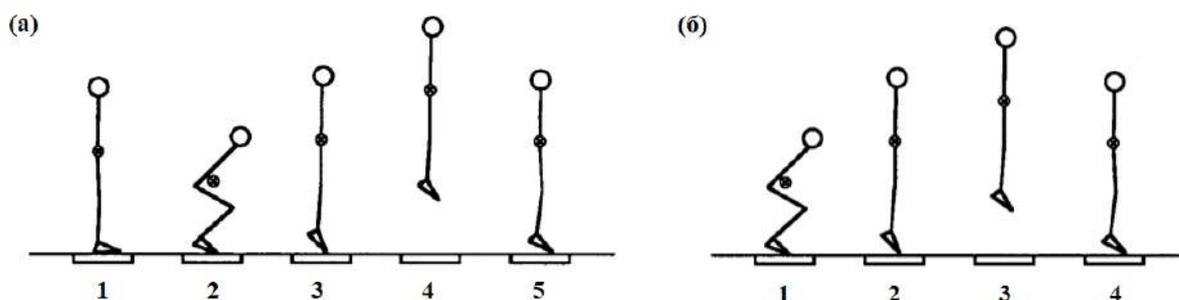


Рисунок 1 – Последовательность движений при прыжке «countermovement jump» (а) и прыжке «square jump» (б)

Во время вертикального прыжка прыгун должен преодолеть собственную массу тела, а равнодействующая сила, действующая на общий центр масс прыгуна (о.ц.м.), рассчитывается по формуле 1:

$$F = F_{CPO} - mg, \quad (1)$$

где F_{CPO} – сила реакции опоры, действующая на прыгуна, Н;

m – масса прыгуна, кг;

g – ускорение свободного падения, m/c^2 .

Графики ускорение-время, скорость-время, перемещение-время и сила-перемещение рассчитываются на основании зарегистрированной с помощью силовой платформы вертикальной составляющей силы реакции опоры спортсмена (рисунок 2).

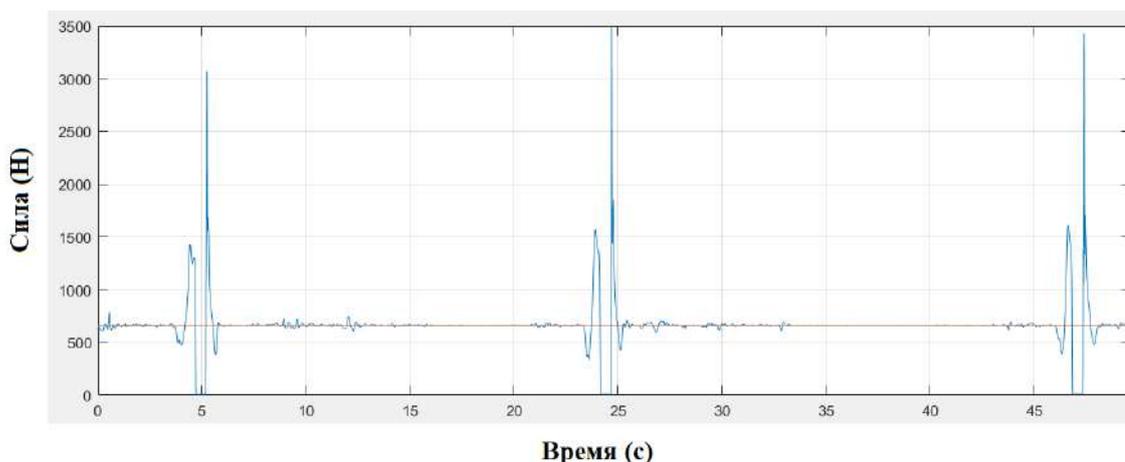


Рисунок 2 – Зависимость силы реакции опоры от времени при прыжке «countermovement jump»

Сила, полученная в результате вычитания силы реакции опоры и силы тяжести, называется результирующей силой – именно ее величина и вектор определяет динамические характеристики спортсмена во время вертикального прыжка.

График зависимости ускорения от времени получается путем деления результирующей зависимости силы от времени на массу тела прыгуна (рисунок 3).

График зависимости скорости от времени получается путем численного интегрирования ускорения по времени с использованием правила трапеций (рисунок 4).

График зависимости перемещения о.ц.м. от времени (рисунок 5) получается путем численного интегрирования скорости по времени, опять же с использованием правила трапеций. Процедуры интегрирования более высокого порядка, такие как правило Симпсона, не приводят к значительному улучшению точности вычисляемых параметров [4].

После нахождения зависимостей сила-время и перемещение-время можно построить зависимость вертикальной силы от перемещения о.ц.м. (рисунок 6).

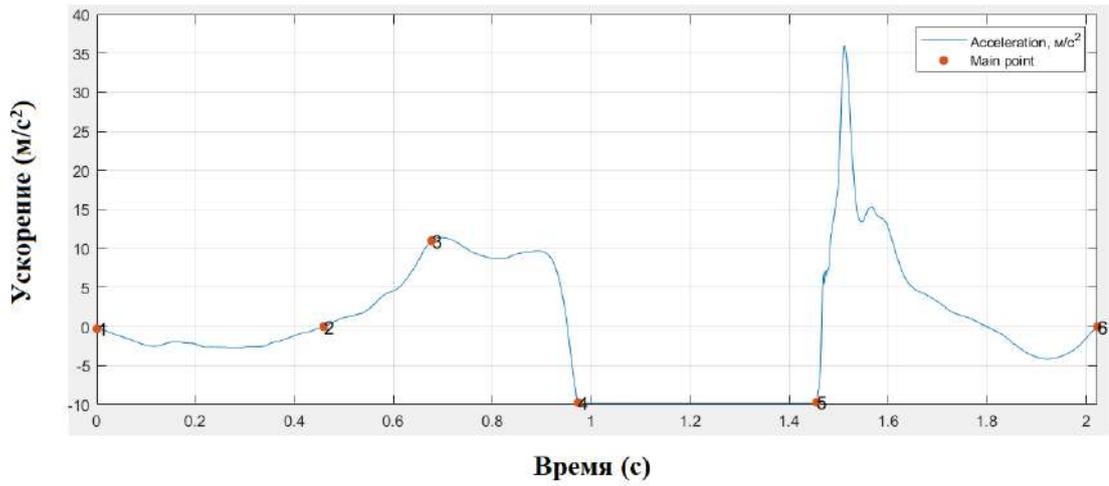


Рисунок 3 – Зависимость ускорения от времени при прыжке «*countermovement jump*»

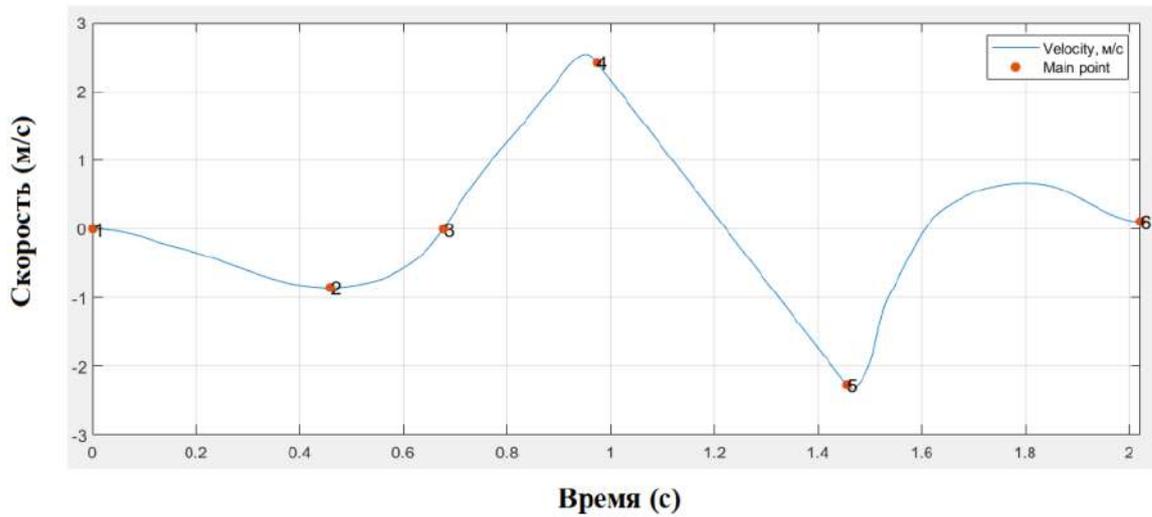


Рисунок 4 – Зависимость скорости от времени при прыжке «*countermovement jump*»

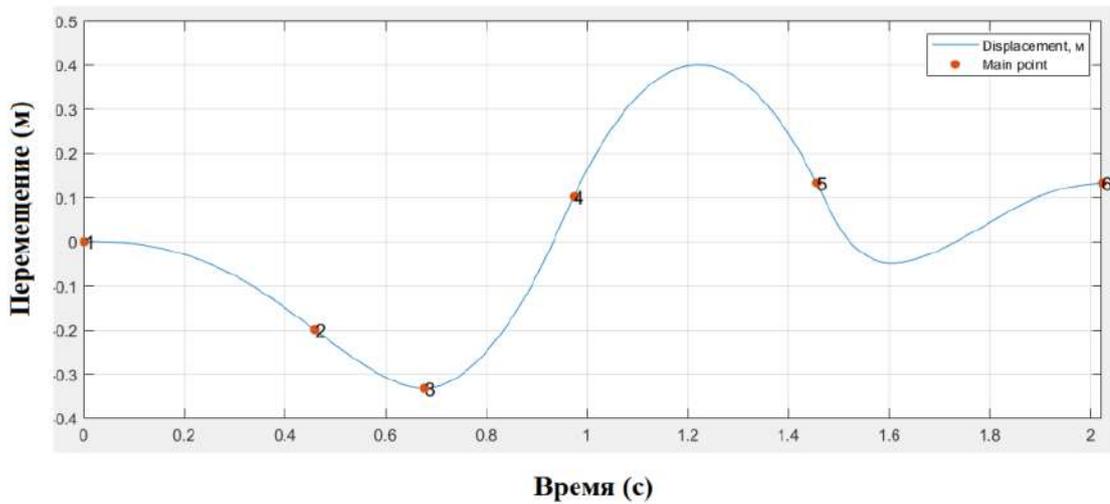


Рисунок 5 – Зависимость перемещения от времени при прыжке «*countermovement jump*»

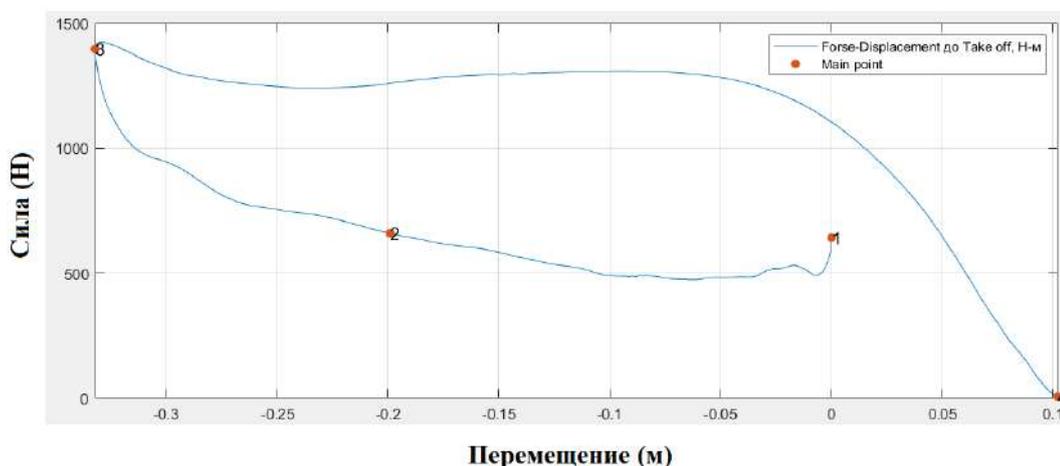


Рисунок 6 – Зависимость силы от перемещения при прыжке «countermovement jump»

Заключение. Разработанные в ходе научной работы подходы могут быть использованы для оценки мастерства спортсменов и в мониторинге результатов спортивной тренировки.

Список литературы

1. R. Cross, "Standing, walking, running, and jumping on a force plate" *Am. J. Phys.* 67(4), 304–309 (1998).
2. J. A. Major, W. A. Sands, J. R. McNeal, D. D. Paine, and R. Kipp, "Design, construction, and validation of a portable one-dimensional forceplatform" *J. Strength Conditioning Res.* 12(1), 37–41 (1998).
3. P. V. Komi, "Stretch-shortening cycle," in *Strength and Power in Sport*, edited by P. V. Komi (Blackwell Science, Oxford, 1992), pp. 169–179.
4. A. Kibele, "Possibilities and limitations in the biomechanical analysis of countermovement jumps: A methodological study," *J. Appl. Biomech.* 14 (1), 105–117 (1998).
5. M. F. Bobbert, K. G. M. Gerritsen, M. C. A. Litjens, and A. J. van Soest, "Why is countermovement jump height greater than squat jump height," *Med. Sci. Sports Exercise* 28(11), 1402–1412 (1996).

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

ANALYSIS OF THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF ATHLETES' MOVEMENTS ON THE BASIS OF THE DYNAMOMETRIC PLATFORM

Terebilenko D.Y., Yelets N.M.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Davydova N.S. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICT

Annotation. The analysis of the technical components of the vertical jump was carried out. The results of data processing of the dynamometric platform are presented, which describe the dynamic characteristics of a vertical jump. Graphs were built in the MATLAB system that demonstrate the dependence of the studied dynamic characteristics on time (jump phase).

Keywords: force platform, dynamic characteristics

УДК 621.3.049.77–621.793

БОЛОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛЕНОК ОКСИДА ВАНАДИЯ ПРИ ЛЕГИРОВАНИИ ВОЛЬФРАМОМ

*То К.Т.**Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь**Научный руководитель: Голосов Д.А. – канд. тех. наук, доцент, доцент кафедры ЭТТ*

Аннотация. Проведен исследования влияния параметров процесса распыления и степени легирования вольфрамом на электрофизические характеристики пленок оксида ванадия, формируемых методом реактивного магнетронного распыления V-W мозаичной мишени. Получены зависимости удельного сопротивления и температурного коэффициента сопротивления (ТКС) от концентрации W в мишени и концентрации кислорода в Ar/O₂ смеси газов в процессе нанесения. Установлено, что при добавках вольфрама характер зависимости не изменялся, но характеристики смещались в сторону больших концентраций кислорода. При увеличении количества W вставок с 0 до 2 максимум удельного сопротивления пленок смещался с 16.7 % до 22.4 % O₂. Однако формирование пленок с высоким ТКС наблюдалось в более узком диапазоне концентраций кислорода от 20 – 30 %.

Ключевые слова: Легированный оксид ванадия, реактивное магнетронное распыление, мозаичная мишень, болометрические характеристики, температурный коэффициент сопротивления, удельное сопротивление.

Введение. В настоящее время интересно ведутся исследования, направленные на разработку интегральных неохлаждаемых микроболометрических приемников инфракрасного излучения, использующих терморезистивные свойства чувствительного элемента [1]. В качестве термочувствительного слоя приемных элементов микроболометров наиболее перспективным является использование пленок оксида ванадия (VO_x). Однако существует ряд таких недостатков пленок оксида ванадия при применении их для формирования активных слоев неохлаждаемых микроболометров, как нестабильность их свойств в процессе нанесения пленок и процессе эксплуатации, сложность формирования требуемого оксида, низкая воспроизводимость, низкий ТКС и большое удельное сопротивление.

Улучшение электрофизических свойств оксида ванадия (расширение спектрального диапазона в сторону более коротких длин волн, снижение температуры фазового перехода, изменения его крутизны и других характеристик) может быть достигнуто за счет модификации слоев VO₂ путем легирования их дополнительными примесями родственных соединений [2]. Использование некоторых легирующих примесей позволяет увеличить температурный коэффициент сопротивления, снизить удельное сопротивление пленок и повысить функциональные свойства пленок оксида ванадия. Одним из таких материалов является оксид вольфрама. Легирование пленок VO_x оксидом вольфрама и варьирование составом V_{1-x}W_xO_y в широком интервале значений x и y позволяет стабилизировать метастабильную фазу диоксида ванадия, увеличить температурный коэффициент сопротивления (ТКС) и понизить удельное сопротивление пленок. Однако электрофизические характеристики пленок легированного оксида ванадия очень сильно зависят от концентрации вольфрама в пленках.

В данной статье проведены исследования влияния концентрации вольфрама в V-W распыляемой мишени и параметров процесса реактивного магнетронного распыления на болометрические характеристики пленок V_{1-x}W_xO_y.

1 Эксперимент. Пленки легированного вольфрамом оксида ванадия наносились методом импульсного реактивного магнетронного распыления V-W мозаичных мишеней в среде Ar/O₂ рабочих газов. Схема экспериментальной установки для нанесения пленок представлена рисунке 1. Установка выполнена на базе вакуумного поста ВУ-2МП. Камера вакуумной установки была оборудована магнетронной распылительной системой MARS.011-

80 с мишенью \varnothing 80 мм и ионным источником на основе торцевого холловского ускорителя ЕНІS.007-150. Вращаемый подложкодержатель располагался на расстоянии 120 мм от поверхности мишени магнетрона. В процессе нанесения пленок ось вращения подложки находилась на расстоянии 100 мм от оси магнетрона. Для питания магнетрона использовался блок питания (БП) *APEL-M-1.5BP-800-2* (ООО “Прикладная электроника”, Россия) мощностью 1.5 кВт.

Мозаичные V-W мишени представляли собой V основу (99.9 % чистоты) \varnothing 80 мм и толщиной 6 мм в которую впрессованы цилиндрические W вставки (99.9 % чистоты). Вставки \varnothing 2 мм равномерно распределялись по диаметру 42 мм (рисунок 2). В ходе исследований количество вольфрамовых вставок изменялось от 0 (мишень V) до 2 штук (мишень VW-2).

Пленки $V_{1-x}W_xO_y$ наносились на тестовые структуры и оптическое стекло BK7. Тестовая структура представляла собой ряд Ti контактов шириной 2 мм и длиной 10 мм, расположенных на расстоянии 1, 2, 4 и 8 мм друг от друга. Тестовые структуры формировались на Si подложках, покрытых слоем Si_3N_4 (100 нм). Тело терморезистора формировалось путем нанесения пленок $V_{1-x}W_xO_y$ через маску. Размер тела терморезистора 8×32 мм.

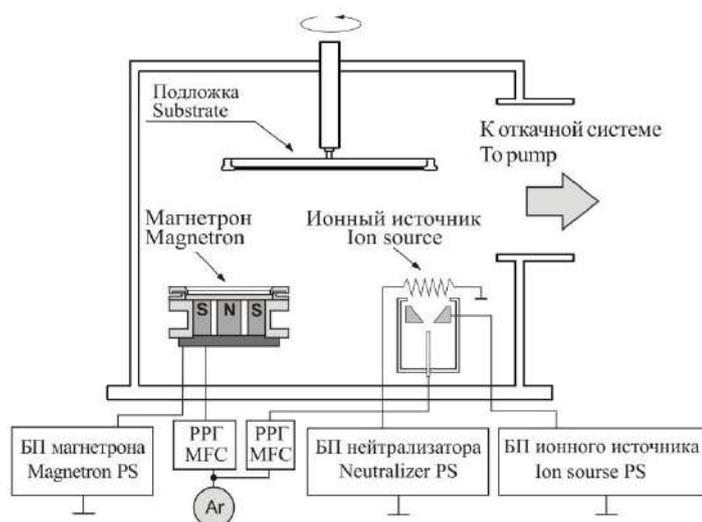


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки для нанесения пленок легированного оксида ванадия методом реактивного магнетронного распыления



Рисунок 2 – Общий вид V-W мозаичной мишени

В ходе экспериментов камера вакуумной установки откачивалась до остаточного давления 10^{-3} Па и производилась предварительная ионная очистка подложек. Для этого в ионный источник подавался Ar. Поток аргона составлял $Q_{Ar} = 30$ мл/мин. Время очистки, напряжение

и ток разряда во всех экспериментах было постоянным и составляло $t = 6$ мин, $U_d = 80$ В, $I_d = 7.0$ А соответственно. Очистка производилась в режиме вращения подложки.

Затем производилась очистка мишени магнетрона от загрязнений. Для этого в газораспределительную систему магнетрона подавался Ar. Поток Ar в камеру составлял $Q_{Ar} = 60$ мл/мин. V-W мишень распылялась в течение 2 мин при токе разряда $I_t = 1.5$ А. Для распыления ванадиевой мишени использовался биполярный асимметричный импульсный ток (частота следования импульсов $F = 10$ кГц, амплитуда положительного импульса 60 В и длительность 3 мкс). После этого в газораспределительную систему магнетрона подавался кислород, и производилось распыление мишени в среде Ar/O₂ рабочих газов. При этом значения расходов рабочих газов устанавливались такие, которые впоследствии использовались при нанесении пленок. В таком режиме мишень распылялась в течение 2 мин при токе разряда $I_t = 1.5$ А. Далее производилось нанесение пленок V_{1-x}W_xO_y. Для этого подложки подводились в зону нанесения. В процессе экспериментов содержание кислорода в Ar/O₂ смеси газов (Γ_{O_2}) изменялось от 0 до 67 % при общем расходе газа 60 мл/мин. Для поддержания заданного расхода газов использовались автоматические регуляторы расхода газа (РРГ) РРГ-1. Во всех экспериментах ток разряда поддерживался постоянным и составлял $I_t = 1.5$ А. При этом напряжение разряда в зависимости от концентрации кислорода изменялось от 450 до 583 В. Толщина нанесенных пленок составляла около 150 нм и регулировалось временем нанесения в зависимости от концентрации кислорода в Ar/O₂ смеси газов.

Толщина нанесенных слоев определялась с помощью оптического интерферометрического профилометра ПОИ-08. Спектры оптического пропускания пленок в диапазоне 300 – 900 нм получены с помощью спектрофотометра Проскан МС-121.

Электрическое сопротивление резисторов измерялось при комнатной температуре при токе 100 мкА. Удельное сопротивление пленок рассчитывалось исходя из сопротивления резистора R , его коэффициента формы и толщины пленки V_{1-x}W_xO_y. При измерениях ТКС пленок температура терморезисторов изменялась от комнатной до 90 °С и обратно со скоростью 5 °С/мин. Температурный коэффициент сопротивления рассчитывался по формуле

$$\alpha = \frac{1}{R} \frac{dR}{dT} 100, \quad (1)$$

где R – сопротивление резистора;

T – температура терморезистора.

2 Результаты. Проведены исследования влияния концентрации кислорода в Ar/O₂ смеси газов на удельное сопротивление и температурный коэффициент сопротивления пленок V_{1-x}W_xO_y при распылении ванадиевой мишени и мозаичных V-W мишеней с различным количеством W вставок. На рисунке 3 представлена зависимость удельного сопротивления пленок легированного вольфрамом оксида ванадия. Как видно из рисунка при распылении ванадиевой мишени в атмосфере Ar удельное сопротивление пленок составляло $\rho = 5 \times 10^{-6}$ Ом×м. При увеличении концентрации кислорода до 7.0 % удельное сопротивление пленок незначительно увеличивалось до 2×10^{-5} Ом×м и далее резко возрастало до 2.5×10^{-2} Ом×м при $\Gamma_{O_2} = 16.7$ %. При дальнейшем увеличении Γ_{O_2} в диапазоне 16.7 – 25 % ρ первоначально снижалось до 6×10^{-3} Ом×м и далее увеличивалось до 4×10^{-2} Ом×м. При дальнейшем увеличении концентрации кислорода в смеси газов сопротивление резисторов увеличивалось до десятков мегаом, т.е. формировались диэлектрические пленки.

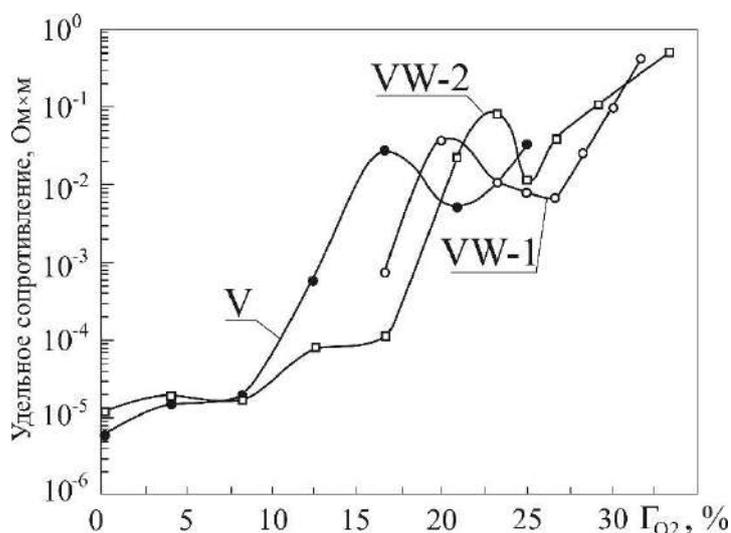


Рисунок 3 – Зависимость удельного сопротивления пленок легированного вольфрамом оксида ванадия от концентрации кислорода в Ar/O_2 смеси газов при распылении различных мишеней

При добавках вольфрама характер зависимости не изменялся, но характеристики смещались в сторону больших концентраций кислорода. При увеличении количества вставок с 0 до 2 максимум удельного сопротивления пленок смещался с 16.7 % до 22.4 % O_2 .

Температурный коэффициент сопротивления также зависел от концентрации кислорода в Ar/O_2 смеси газов (рисунок 4). При распылении V мишени и увеличении концентрации кислорода ТКС пленок увеличивался и на участке Γ_{O_2} от 16 до 29 % ТКС пленок составлял 2,2 – 2,3 $\%/^{\circ}C$ при достоверности аппроксимации кривой экспоненциальной функцией k^2 более 0,995. При увеличении Γ_{O_2} более 30 % ТКС пленок снижался до 1,6 – 2,0 $\%/^{\circ}C$. При этом достоверность аппроксимации также снижалась до 0,974 при $\Gamma_{O_2} = 63$ %. При легировании пленок оксида ванадия вольфрамом ТКС пленок практически не изменялся (рисунок 4, кривые $VW-1$, $VW-2$). Однако формирование пленок с высоким ТКС наблюдалось в более узком диапазоне концентраций кислорода.

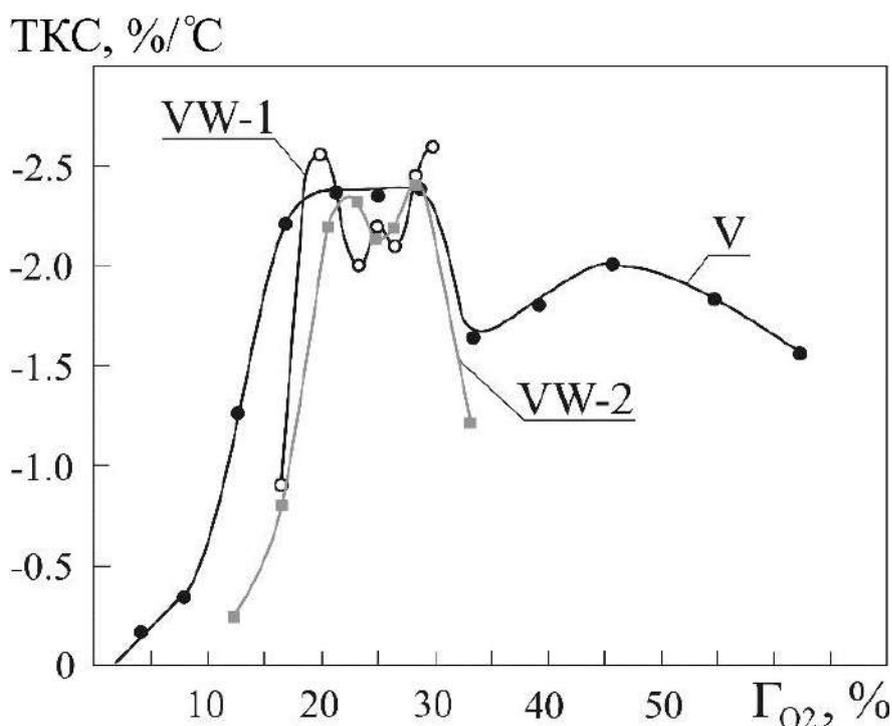


Рисунок 4 – Зависимость температурного коэффициента сопротивления пленок легированного вольфрамом оксида ванадия от концентрации кислорода в Ar/O_2 смеси газов при распылении различных мишеней

Заключение. Проведены исследования влияния концентрации кислорода в Ar/O_2 смеси газов на удельное сопротивление и температурный коэффициент сопротивления пленок $V_{1-x}W_xO_y$ при распылении ванадиевой мишени и мозаичных $V-W$ мишеней с различным количеством W вставок. Установлено, что при добавках вольфрама характер зависимости не изменялся, но характеристики смещались в сторону больших концентраций кислорода. При увеличении количества W вставок с 0 до 2 максимум удельного сопротивления пленок смещался с 16.7 % до 22.4 % O_2 . Однако формирование пленок с высоким ТКС наблюдалось в более узком диапазоне концентраций кислорода от 20 – 30 %.

Список литературы

1. Rogalski A. *Infrared Detectors for the Future* // *Actaphysicapolonica*. – A. – 2009. – Vol. 116, No. 3 P. 389-406.
2. Кириленко, В.В. Синтез пленкообразующих материалов из оксидов ванадия и исследование возможностей получения на их основе оптических покрытий / В.В. Кириленко, Б.М. Жигарновский, А.Г. Бейрахов // *Оптический журнал*. – 2010. – № 77. – С. 75–87.

UDC 621.3.049.77–621.793

BOLOMETRIC CHARACTERISTICS OF VANADIUM OXIDE FILMS DOPING WITH TUNGSTEN

To Q.T.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Golosov D.A. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICT

Annotation. The influence of the parameters of the sputtering process and the degree of doping with tungsten on the electrical characteristics of vanadium oxide films formed by reactive magnetron sputtering of a V-W mosaic target has been studied. The dependences of the resistivity and temperature coefficient of resistance (TCR) on the concentration W in the target and the concentration of oxygen in the Ar/O_2 gas mixture during deposition were obtained. It was found that with the addition of tungsten, the nature of the dependence did not change, but the characteristics shifted towards higher oxygen concentrations. With an increase in the number W of inserts from 0 to 2, the maximum resistivity of the films shifted from 16.7% to 22.4% O_2 . However, the formation of films with a high TCR was observed in a narrower range of oxygen concentrations from 20 – 30%.

Keywords: Doped vanadium oxide, reactive magnetron sputtering, mosaic target, bolometric characteristics, temperature coefficient of resistance, resistivity.

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ГАЗОВОЙ СРЕДЫ НА ТЕРМОСТОЙКОСТЬ ПЛЕНОК ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА

Точный В.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Телеш Е.В. – старший преподаватель кафедры ЭТТ

Аннотация. Проведено исследование влияния состава газовой среды на термостойкость пленок политетрафторэтилена, полученных ионно-лучевым распылением. Установлено, что покрытия, синтезированные с использованием хладона, показали лучшую термостойкость.

Ключевые слова: тонкие пленки политетрафторэтилена, ионно-лучевое распыление, термостойкость

Введение. Фторуглеродные покрытия нашли широкое применение в микроэлектронике, микроэлектромеханических системах и других областях техники как активные, так обычные диэлектрические и защитные покрытия [1]. Фторуглеродные тонкопленочные покрытия могут также использоваться в качестве оптических покрытий с низким коэффициентом преломления, гидрофобных, антифрикционных, химически стойких покрытий [2]. Среди широкого ряда вакуумных пленочных покрытий на основе CF можно выделить фторполимерные, как наиболее перспективные, благодаря их уникальным физико-химическим свойствам. Существенным недостатком фторполимерных покрытий является их низкая (593 К) термостойкость из-за улетучивания фтора при нагреве. Для увеличения термостойкости, степени неоднородности пленок, используется легирование фторуглеродных покрытий азотом, углеродом, обработка в водородной плазме.

Данная работа посвящена изучению влияния состава рабочего газа при ионно-лучевом распылении на термостойкость тонких пленок политетрафторэтилена.

Основная часть. Нанесение фторуглеродных тонкопленочных слоев осуществляли путём ионно-лучевого распыления мишени из политетрафторэтилена [3]. Нанесение покрытий осуществляли на подложки из оптического стекла К8. В процессе нанесения варьировался состав рабочей газовой среды. Измерение оптического пропускания покрытий до и после термообработки осуществлялось в диапазоне 300 – 850 нм с помощью спектрофотометра PROSCAN. На рисунке 1 приведены спектральные зависимости пропускания пленок политетрафторэтилена, полученных при использовании в качестве рабочего газа паров CF_4 до и после испытаний на термостойкость при нагреве в вакууме до 623 К в течение 30 мин.

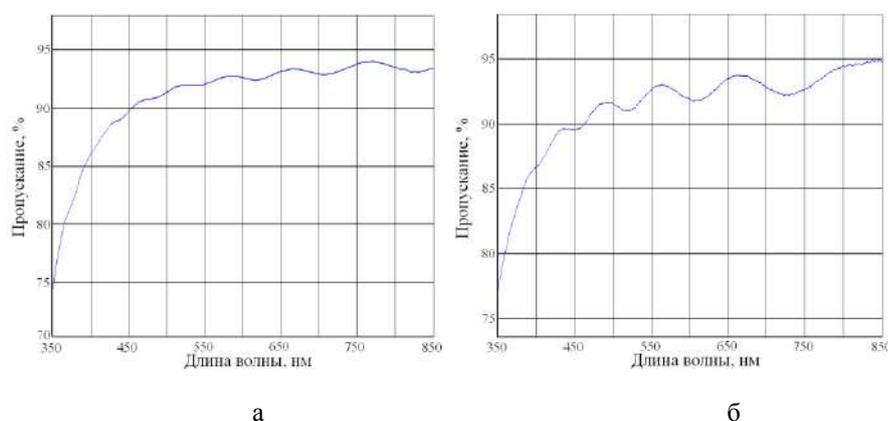
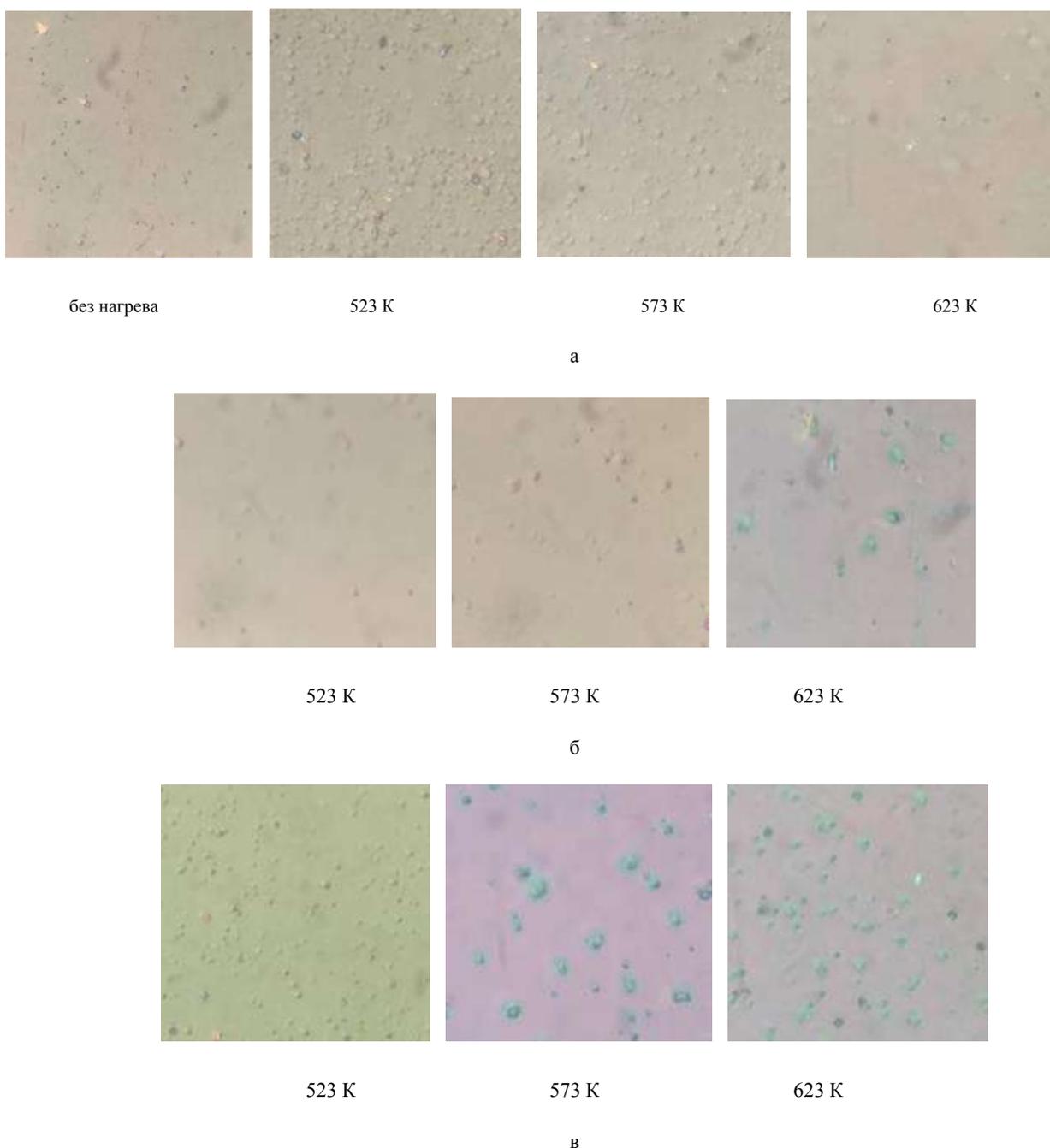


Рисунок 1 – Спектральные зависимости пропускания пленок политетрафторэтилена до (а) и после термообработки (б)

Анализ зависимостей показал, что даже при температуре нагрева, превышающей температуру плавления политетрафторэтилена (600 К) пленки практически не изменили свои оптические параметры.

Термостойкость покрытий также определялась путем изучения морфологии поверхности образцов после нагрева в вакууме $\sim 50\text{--}100$ Па при температуре 523, 573 и 623 К. Морфология исследовалась с применением оптического микроскопа *Micro-200* с увеличением 1250 крат. На рисунке 2 приведены изображения поверхности фторуглеродных покрытий, полученных в атмосфере паров мишени (CF_4), аргона с добавками хладона-218 (C_3F_8) и аргона с добавками метана (CH_4) до и после термической обработки.



а – пары CF_4 ; б – добавка хладона; в – добавка CH_4

Рисунок 2 – Изображения поверхности фторуглеродных покрытий до и после термической обработки

Установлено, что при 523–573 К происходит формирование бугорков различного диаметра. Их появление можно связать с увеличением объема газовых включений в структуру покрытия при нагреве в условиях вакуума. Термообработка при 623 К привела к сглаживанию

бугорков для образцов, полученных в среде паров мишени, что можно объяснить плавлением пленки. Фторуглеродные покрытия, синтезированные с использованием хладона, показали лучшую термостойкость.

Заклучение. Проведенные исследования показали, что при температуре нагрева, превышающей температуру плавления политетрафторэтилена (600 К), пленки практически не изменили свои оптические параметры. Исследование поверхности пленок после термообработки в вакууме при 623 К показало, что морфология поверхности улучшалась, пленка становилась более равномерной и гладкой. Пленки, синтезированные с добавкой хладона-218, показали лучшую термостойкость.

Список литературы

1. Лучников, А.П. Микроструктура и электрофизические свойства фторполимерных пленок для МЭМС и нанoeлектроники / А.П. Лучников, П.А. Лучников, А.С. Сизов// *Нано- и микросистемная техника.*–2007.–№12(89).– С. 34–40.
2. Drabik, M. Super-hydrophobic coatings prepared by RF magnetron sputtering of PTFE/M. Drabik et al.//*Plasma Processes Polym.* – 2010.– V.7. – P. 544–551.
3. Телеш, Е.В. Ионно-лучевое распыление мишени из политетрафторэтилена / Е.В. Телеш, В.А. Точеный// *Приборостроение – 2021: материалы 14-й Междун. научно-технической конференции (Минск, 18–20 ноября 2021 г.) / Белорус. нац. техн. ун-т. – Минск, 2021 – С. 355–356.*

UDC 621. 793.18

INFLUENCE OF THE COMPOSITION OF A GAS MEDIUM ON THE THERMAL STABILITY OF POLYTETRAFLUOROETHYLENE FILMS

Tocheny V.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Telesh E.V. – senior lecturer of the Department of ETT

Annotation. A study was made of the influence of the composition of the gaseous medium on the thermal stability of polytetrafluoroethylene films obtained by ion-beam sputtering. It has been established that the coatings synthesized using freon showed the best thermal stability.

Keywords: thin films of polytetrafluoroethylene, ion-beam sputtering, heat resistance

УДК [611.018.51+615.47]:612.086.2

ФОРМИРОВАНИЕ ШАРИКОВ ПРИПОЯ НА ПЛАТАХ И ПОДЛОЖКАХ ИНДУКЦИОННЫМ НАГРЕВОМ

Хацкевич А.Д.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Ланин В.Л. – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры ЭТТ

Аннотация. Рассмотрен процесс формирования шариков припоя на платах и подложках при помощи индукционного нагрева. Для локализации и увеличения равномерности на обратной стороне печатной платы применены концентраторы различной геометрической конфигурации. Инвертор построен по энергоэффективной схеме на основе ZVS генератора. Установлено, что концентраторы положительно сказываются на равномерности паяемого образца. Наибольшая скорость нагрева достигнута при сплошном концентраторе $4\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$ при мощности в 30 Вт. Его применение приводит к перегреву платы. Замкнутые конфигурации обладают оптимальным временем нагрева и не перегревают плату. При этом применение шариков припоя оказалось эффективнее паяльной пасты.

Ключевые слова: индукционный нагрев, ZVS генератор, пайка, термпрофиль.

Введение. Технологии поверхностного монтажа в электронике приобрели особую актуальность в связи с высокой функциональной сложностью компонентов и интеграцией их в малых объемах микроплат и микроблоков и на сегодняшний день является наиболее распространенным методом конструирования и сборки электронных модулей на печатных платах. Несоблюдение термического профиля приводит к увеличению риска теплового повреждения компонентов и значительно увеличивает количество дефектов. А основной проблемой в массовом производстве – это повторяемость параметров пайки. Преимуществами индукционного нагрева является локальность нагрева, скорость нагрева, пониженные затраты энергии.

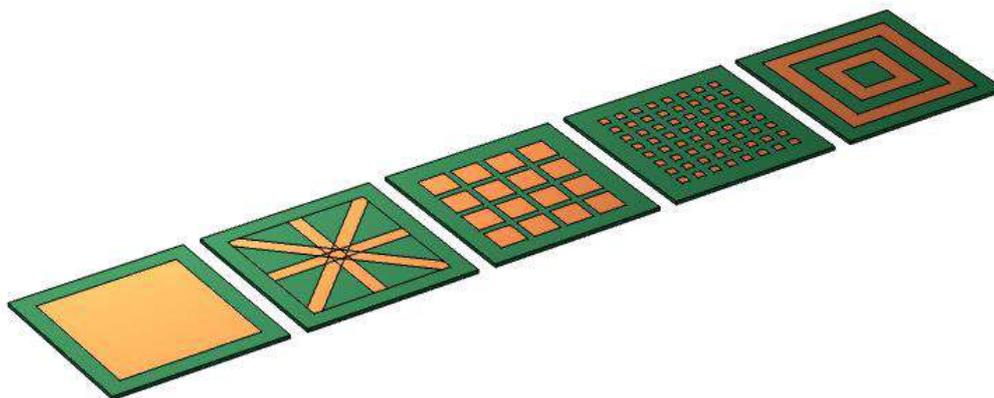
Основная часть. Высокочастотный инвертор построен по стандартной схеме ZVS (*Zero Voltage Switch*) генератора работающем в импульсном режиме. Импульсный режим обладает высоким КПД, низким уровнем потерь, что важно для преобразователей среднего высокого диапазона мощностей. Коммутация силового ключа в индуктивной цепи должна производиться активным способом в любой определенный момент времени. Структурная схема прототипа инвертора на ZVS генераторе представлена на рисунке 1. При бесконечно коротком времени переключения динамические потери мощности отсутствуют, и все напряжение падает непосредственно на индуктивности L коммутируемой цепи. В реальных схемах размыкание ключа, пропускающего ток IS , невозможно без преобразования энергии, запасенной в индукторе. Преобразование не происходит только в том случае, когда $IS = 0$. Такое состояние называется пассивным выключением, так как момент перехода через ноль зависит от характера протекания тока в конкретной цепи, а участвующий в нем транзистор является коммутатором нулевого тока ZCS (*Zero Current Switch*).



Рисунок 1 – Структурная схема ZVS генератора

При нулевом напряжении ($vS = 0$) включение происходит в «идеальном» режиме без рассеяния мощности. Как и в предыдущем случае, оно является пассивным, поскольку форма напряжения на транзисторе определяется конкретной схемой, и оно принимает нулевое значение только в определенные моменты времени. Работающий таким образом ключ, соответственно, называется коммутатором нулевого напряжения ZVS. Ключи с коммутацией при нулевом напряжении (ZVS) разрабатываются исходя из возможности активного выключения и пассивного включения при спаде напряжения до нуля ($vS = 0$). Активное запирающее с малыми потерями достигается благодаря установке параллельно ключу достаточно высокой емкости. По сравнению с режимом *HS* снижение потерь здесь обеспечивается только при одном способе управления, как и в предыдущем случае: это *PSM*. Меньший уровень рассеиваемой мощности, однако, позволяет работать на более высоких частотах, чем при «жестком» переключении. Они также могут быть использованы в устройствах с циклическим переключением, примером которых является параллельный резонансный конвертер с форсированным напряжением. Сопротивление R_{load} определяет активную составляющую нагрузки, включенную последовательно резонансной цепи [1].

Использование концентраторов позволяет добиться локализации электромагнитной энергии на поверхности платы. В качестве паттернов выбраны различные геометрические конфигурации, которые представлены на рисунке 2.



1–сплошной, 2 – звезда, 3–квадраты, 4–контактные площадки, 5–замкнутый контур

Рисунок 2 – Конфигурация концентраторов

Для измерения напряженности магнитного поля использовалась измерительная рамка представляет собой виток медной проволоки, в котором при внесении в электромагнитное поле генерируется разность потенциалов, измеряемая блоком оцифровки сигналов БОС-1. Напряженность поля максимальна в центре зазора магнитопровода индукционного устройства и рассчитывается по формуле:

$$H = \frac{1.26 \cdot U}{f \cdot a} \cdot 10^5, \text{ А/м} \quad (1)$$

где U – напряжение, В;

f – частота, МГц;

a – сторона измерительной рамки, мм².

Параметры магнитного поля для концентраторов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры магнитного поля для различных концентраторов

Тип концентратора	Напряженность магнитного поля, А/м · 10 ⁵
1. Сплошной	3,89
2. Звезда	3,89
3. Квадраты	3,83
4. Контактные площадки	3,93
5. Замкнутый контур	4,05

Результаты измерения магнитного поля на различных концентраторах находятся в небольшом диапазоне, что говорит о том, что выбранные концентраторы обладают примерно одинаковыми магнитными характеристиками.

Печатные платы выполнены из стеклотекстолита *FR-4*, контактные площадки покрыты иммерсионным оловом. Шарики припоя использовались диаметром 0.760мм, *Sn63/Pb37*. Паяльная паста *Sn63/Pb37* и наносилась при помощи дозатора, входящего в состав манипулятора поверхностного монтажа. Основные параметры индукционного нагрева шариков припоя и с использованием паяльной пасты представлены в таблицах 2 и 3.

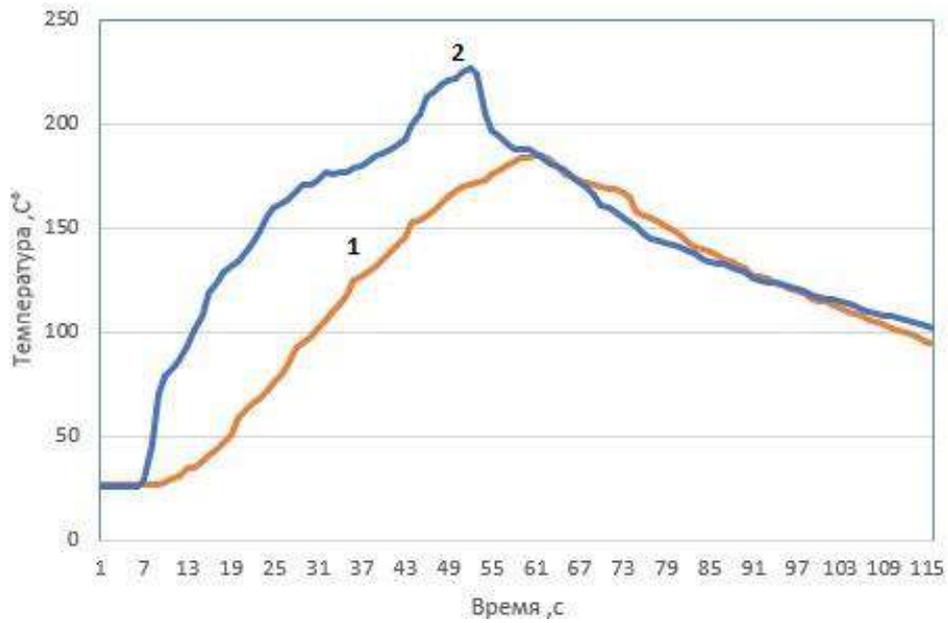
Таблица 2 – Параметры индукционного нагрева шариков припоя

Тип концентратора	Температура нагрева, °С	Время нагрева, с	Ток, А	Высота шариков, мкм
1. Сплошной	225	55	1.98	44
2. Звезда	203	60	1.9	35
3. Квадраты	204	59	1.8	63
4. Контактные площадки	184	89	1.4	47
5. Замкнутый контур	208	72	2.12	47

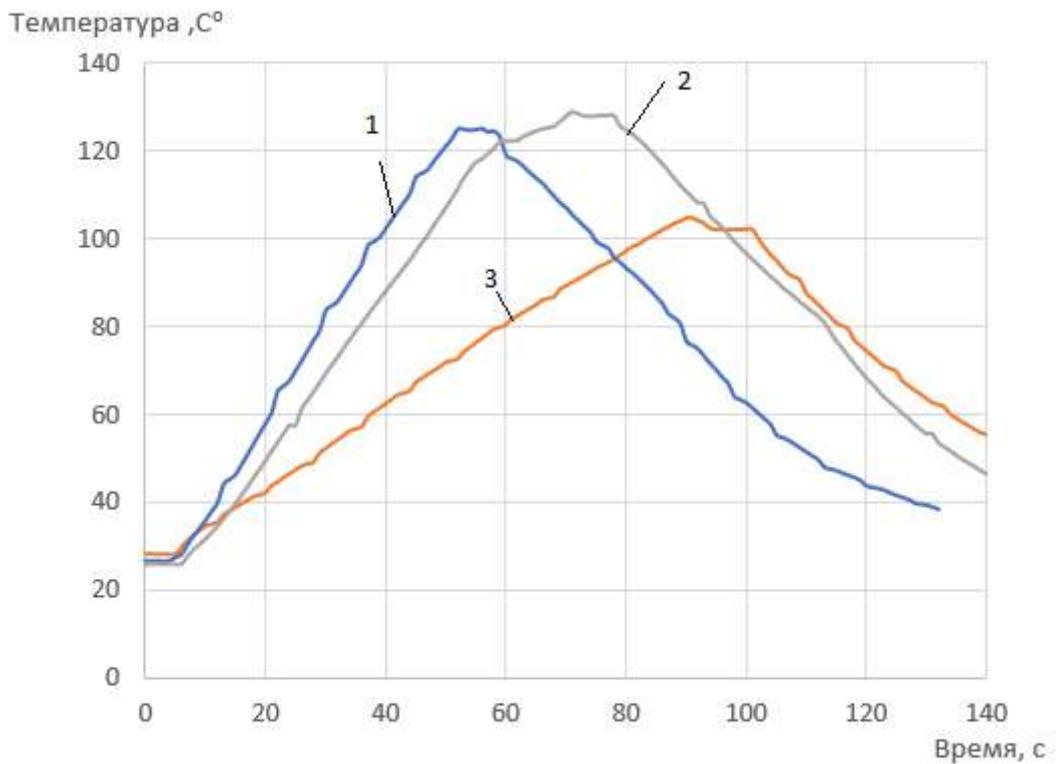
Таблица 3 – Параметры индукционного нагрева паяльной пасты

Тип концентратора	Температура нагрева, °С	Время нагрева, с	Ток, А	Высота шариков, мкм
1. Сплошной	137	60	2.1	43
2. Звезда	127	84	1.8	36
3. Квадраты	130	80	1.9	49
4. Контактные площадки	105	90	1.4	46
5. Замкнутый контур	139	69	1.9	48

Термопрофили пайки регистрировались при помощи измерителя температуры *TPM-210*, подключенного по шине *RS-232* к компьютеру. Термопрофили пайки для шариков припоя и паяльной пасты представлены на рисунках 3 и 4.



1– концентратор контактные площадки, 2 – концентратор сплошной
Рисунок 3 – Термопрофили пайки шариков припоя



1– концентратор сплошной, 2– концентратор замкнутый контур,
3–концентратор контактные площадки

Рисунок 4 – Термопрофили пайки паяльной пасты

Внешний вид сформированных шариков припоя на плате представлен на рисунке 5

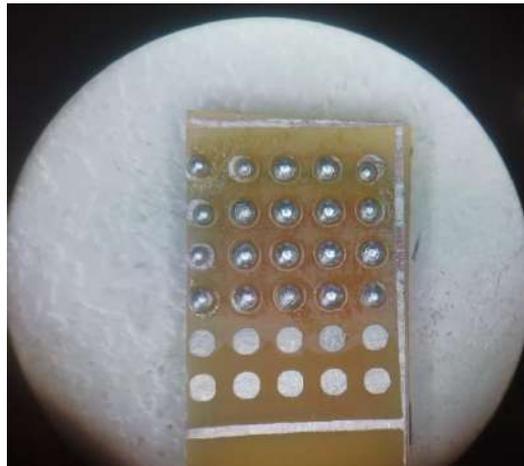


Рисунок 5 – Внешний вид шариков припоя на плате

Заключение. Применение индукционных устройств на замкнутом магнитопроводе позволяет повысить эффективность нагрева за счет концентрации электромагнитного поля в зазоре между катушкой индуктора и замкнутым магнитопроводом. Применение концентраторов увеличило равномерность нагрева шариков припоя. Наибольшая скорость нагрева достигнута при сплошном концентраторе с применением шариков припоя $4\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$, а с паяльной пастой – $2.2\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$. Однако его применение приводит к перегреву платы. Замкнутые конфигурации концентраторов обладают оптимальным временем нагрева и не перегревают плату.

Список литературы:

1. Основы силовой электроники: импульсные режимы работы / А. Колпаков [и др.] // Силовая электроника. –2013. – №2, – С.46–52.
2. Lanin, V.L. Induction Devices for Assembly Soldering in Electronics / V.L. Lanin, I.I. Sergachov // Surface Engineering and Applied Electrochemistry, 2012, № 4. – P. 384–388.
3. Ланин, В.Л. Высокочастотный индукционный нагрев для пайки электронных устройств / В.Л. Ланин // Технологии в электронной промышленности –2007.-№ 5.– С. 46–49.

UDC [611.018.51+615.47]:612.086.2

FORMATION OF SOLDER BUMPS ON BOARDS AND SUBSTRATES BY INDUCTION HEATING

Hatskevich A.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Lanin V.L. – Dr. Tech. Sc., full professor, professor of the department of ETT

Abstract: The process of forming solder balls on boards and substrates using induction heating is considered. To localize and increase uniformity, hubs of various geometric configurations are used on the reverse side of the printed circuit board. The inverter is built according to an energy-efficient scheme based on a ZVS generator. It has been established that concentrators have a positive effect on the uniformity of the soldered sample. The highest heating rate was achieved with a continuous concentrator of $4\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$ at a power of 30W. Its use leads to overheating of the board. Closed configurations have optimal heating time and do not overheat the board. At the same time, the use of solder balls turned out to be more effective than solder paste.

Keywords: induction heating, ZVS generator, soldering, thermal profile.

СОВРЕМЕННОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Шмонина В.Ю.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Бордусов С.В. – д-р. техн. наук, профессор, профессор кафедры ЭТТ

Аннотация. Рассмотрены основные конструкции технологического оборудования для лазерной обработки материалов. Приведены основные преимущества и недостатки конструкций и рассмотрены дальнейшие тенденции развития.

Ключевые слова: лазерная обработка, лазерный технологический комплекс

Введение. Одним из прогрессивных технологических направлений за последние годы стало использование лазерных технологий, которые развиваются быстрыми темпами. Лазерные технологические комплексы (ЛТК), предназначенные для реализации различных видов лазерных технологий обработки материалов, становятся все более востребованными. Внедрение лазерных технологий практически всегда повышает качество и производительность обработки, обеспечивает экологическую чистоту производства.

Основная часть. К наиболее практически значимым видам лазерной обработки традиционно относят термообработку, резку, сварку, наплавку и поверхностное легирование, как наиболее изученные и апробированные на практике процессы. Учитывая особенности лазерного излучения все эти технологические приемы можно осуществлять на универсальной лазерной технологической установке (ЛТУ) при незначительной перенастройке [1].

В лазерной технологии обработки материалов используются в основном твердотельные, волоконные, газовые СО₂ и эксимерные лазеры. При этом независимо от типа лазера, режима работы (непрерывного, импульсного и импульсно-периодического) и назначения ЛТУ состоят из ряда аналогичных функциональных узлов и имеют общую структурную схему, образец которой представлен на рисунке 1 [2].

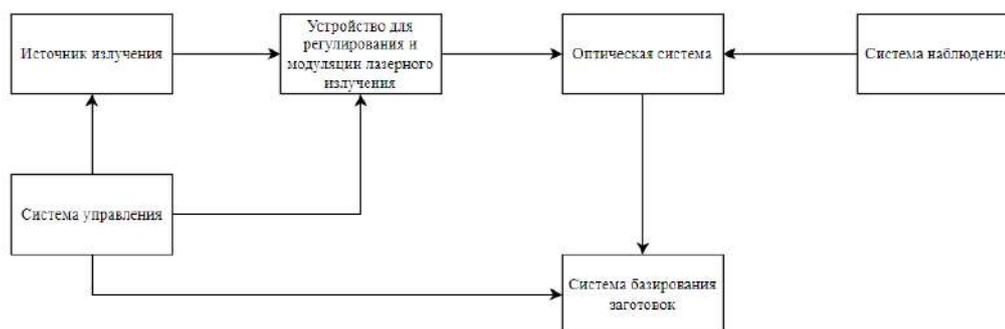


Рисунок 1 – Структурная схема ЛТУ

В свою очередь конструкция и возможности ЛТК определяются типом манипулятора детали и оптики. По этому признаку ЛТК разделяются [3]:

- на ЛТК с манипулятором изделий (оптика неподвижна, а манипулятор перемещает деталь);
- ЛТК с манипулятором оптики (деталь неподвижна, а оптика движется);
- ЛТК смешанного типа (подвижны и оптика, и деталь);

– ЛТК с манипулятором изделий могут быть выполнены на базе двух координатных систем, ротационных и систем смешанного типа.

В комплексах с манипулятором изделий на базе двух координатных столов обычно рядом со столом устанавливается стойка с консолью, на которой закреплен вертикальный манипулятор, который перемещает оптическую фокусирующую головку по оси Z (рисунок 2) [4]. Лазер укрепляется непосредственно за стойкой, и длина оптического тракта минимальна. Такие комплексы достаточно надежны и обеспечивают высокую точность и качество обработки.

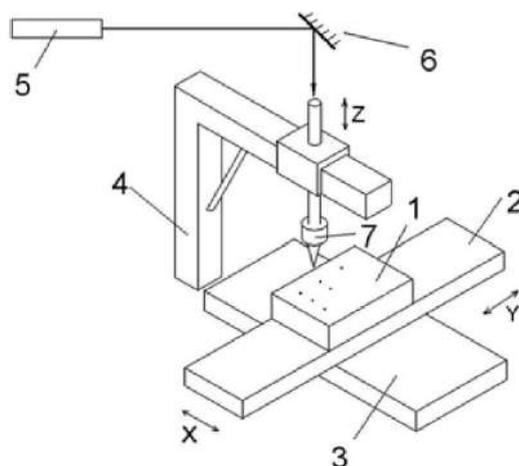


Рисунок 2 – Схема ЛТК с манипулятором изделия – двух координатным столом:
1- деталь; 2 – подвижная рейка; 3 – неподвижная рейка; 4 – консоль; 5 – лазер; 6 – поворотное зеркало; 7 – подвижная (по оси Z) головка

Недостатками ЛТК с манипулятором изделий являются [4]:

- перемещение крупных листов занимает большие площади;
- тонкие листы могут вибрировать при больших скоростях;
- массивные детали перемещать сложно.

Наиболее распространены двух координатные порталные (мостовые) системы для плоской обработки, при которой деталь и лазер неподвижны, а перемещается оптика. Схема порталной системы приведена на рисунке 3 [4].

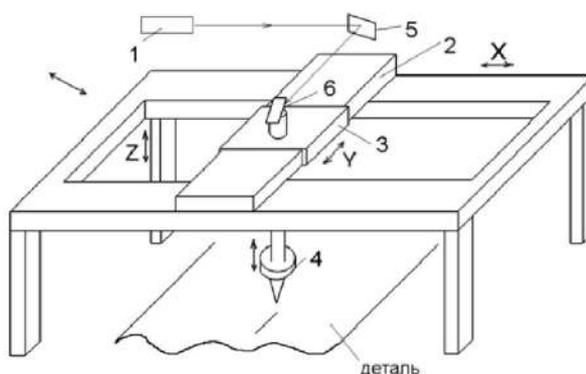


Рисунок 3 – Схема ЛТК с манипулятором оптики – двух координатным порталом:
1 – лазер; 2 – поперечная планка; 3 – портал; 4 – оптическая головка с объективом; 5,6 – зеркало

Преимуществами такой системы являются [4]:

- высокая скорость обработки – до 100 м/мин;
- высокая точность обработки – оптика легкая;
- возможность быстрой смены деталей;
- возможность обработки деталей больших габаритных размеров.

Главный недостаток такой системы – переменный оптический тракт, поэтому необходимы жесткие требования к лазерному пучку.

В портальной системе возможна установка лазера на портале. В этом случае достигается минимальная длина оптического тракта, которая не меняется в процессе работы. Но она рассчитана на лазеры малой мощности и при мощностях выше 500 Вт работа конструктивно невозможна, т. е. ее применение ограничено.

Существуют также системы со сложной траекторией оптики – роботы-манипуляторы оптики. Они имеют преимущество перед другими типами, поскольку легко встраиваются в автоматизированные линии. Существуют две принципиально разные системы соединения лазера и робота:

- хват стандартного робота перемещает гибкий лучепровод из оптического волокна;
- луч проходит внутри лучепровода, содержащего несколько зеркал на шарнирах (рисунок 4) [4].

Первая схема удобна, но в ней передаваемая мощность обычно не превышает пока 500 Вт. Причем для каждого диаметра волокна она своя. Также недостатком первой схемы является увеличение инварианта пучка на выходе до 1,5...2 раз.

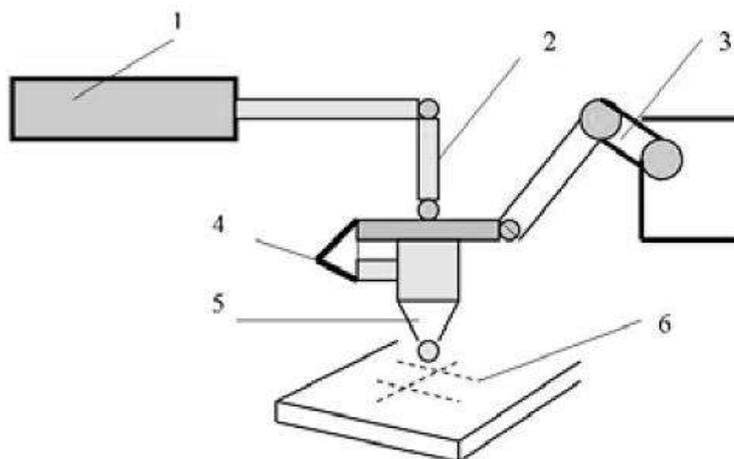


Рисунок 4 – Схема АЛТК лазер-робот:

1 – лазер; 2 – лучепровод; 3 – плечо робота; 4 – поворотные зеркала; 5 – оптическая головка; 6 – деталь

При реализации системы лучепровода с шарнирными зеркалами передаваемая мощность повышается до нескольких кВт, но при этом предъявляются высокие требования к механике лучепровода. Перспективны схемы, где плечо робота находится вне лучепровода. Обычно робот может перемещать оптическую головку в пределах рабочей зоны объемом до 1 м^3 со скоростью до 2 м/мин и точностью позиционирования до 0,05 мм.

ЛТК смешанного типа – это комбинации манипуляторов оптики с манипуляторами изделия. Дополнительные возможности дает усложнение траектории оптики за счет вращения оптической головки в двух направлениях. Перемещение по координате Z в системах для объемной обработки большее, чем в ЛТК для плоской обработки. Кроме того, сопло объектива может перемещаться независимо. С помощью датчика постоянно отслеживается расстояние между поверхностью детали и соплом, и сигнал подается на привод.

Каждый тип конструкции ЛТК имеет свои преимущества и недостатки, и дальнейшая их модернизация будет направлена на совершенствование их параметров и улучшение качества обработки.

В настоящее время области разработки лазерного технологического оборудования работы ведутся в следующих направлениях:

1. Совершенствование конструкции технологических лазеров, повышение их мощности и надежности, уменьшение габаритных размеров. Мощность технологических лазеров,

предлагаемых на мировом рынке в составе ЛТК и ЛТУ различными фирмами, достигла 40 ... 100 кВт [4].

2. Совершенствование ЛТК и их составных частей – комплектование лазерами большой мощности с лучшими характеристиками, дальнейшее совершенствование существующих конструкций и компоновок ЛТК, а также создание новых, разработка ЛТК по модульному принципу, улучшение динамических и точностных характеристик ЛТК, создание ЛТК в комбинации с другими агрегатами.

3. Создание роботизированных ЛТК для выполнения прецизионных технологических операций. В этом случае источник мощного лазерного излучения размещается на массивном неподвижном столе, практически не подверженном вибрационным воздействиям. Сам же луч должен иметь свободу перемещения по всей поверхности обрабатываемой детали и возможность вращения в нескольких плоскостях. Управление лучом осуществляется с помощью зеркальной оптики, отклоняющий луч в нужном направлении под действием электрических сигналов от управляющего компьютера. Дальнейшее совершенствование роботизированных ЛТК связаны с переходом на гибкие световоды, когда специальная лазерная головка имеет возможность перемещения в пространстве и вращения в нескольких плоскостях.

Таким образом, лазерные установки и лазерные технологические комплексы характеризуют современный этап научно-технического прогресса. Они удовлетворяют основным требованиям по экологической чистоте, энергетической и ресурсной экономичности, полной автоматизации при сохранении требований высокой производительности и максимального экономического эффекта.

Заключение. Рассмотрены основные преимущества и недостатки конструкций лазерных технологических комплексов. Обозначены тенденции развития лазерных технологий, включающие в себя совершенствование конструкции технологических лазеров, совершенствование ЛТК и их составных частей, создание роботизированных ЛТК.

Список литературы

1. Шастин В.И. Современное состояние и перспективы промышленного использования лазерных технологий в машиностроении/ В.И Шастин// Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2008. - №2 – С. 60 – 66.
2. Менушенков А.П. Физические основы лазерной технологии. Учебное пособие/А.П. Менушенков, В.Н. Неволин, В.Н. Петровский. – Москва : НИЯУ МИФИ, 2010. – 212 с.
3. Курочкин Ю.В. Специальное технологическое оборудование и оснастка лазерной обработки: Учебное пособие/ Ю.В. Курочкин. – Москва : МГИУ, 1999. – 90 с.
4. Лосев В.Ф. Лазерные технологии и оборудование/ В.Ф. Лосев, В.П. Ципилев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 148 с.
5. Овертон Г. Годовой обзор и прогноз мирового рынка лазеров./ Г. Овертон, Д.А. Белфорте, А. Ноге, К. Холтон //Лазер-информ – 2016 – № 3-4 – с.2-8.

UDC 621.373.8

MODERN TECHNOLOGICAL EQUIPMENT FOR LASER PROCESSING OF ELECTRONIC EQUIPMENT MATERIALS

Shmonina V.J.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Bordusov S.V. – Dr. Tech. Sc., full professor, professor of the department of ETT

Annotation. The main designs of technological equipment for laser processing of materials are considered. The main advantages and disadvantages of the designs are given and further development trends are considered.

Keywords: laser processing, laser technology complex

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ НА ТКАНИ ЧЕЛОВЕКА

Шутович В. А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Давыдов М. В. – канд. техн. наук, доцент, первый проректор БГУИР

Аннотация: рассматривается методика проведения моделирования в среде *CST Studio Suite*, в рамках которой оценивается воздействие СВЧ излучения на ткани человека.

Ключевые слова: СВЧ, излучение, 5G, волновод, согласующий трансформатор, ЭМИ, КВП

Введение. Современную жизнь тяжело представить без гаджетов. Причем все они излучают электромагнитные волны широкого диапазона. Также их количество год от года только растет, а многие из этих девайсов подключены к всемирной сети Интернет. В связи с этим проявилась проблема с передачей данных: в рамках широкоиспользуемых технологий (3G, 4G, *Wi-Fi*) постоянно возрастающий объем данных передавать становится затруднительно. Решением может стать внедрение новой технологии 5G, которая будет использовать для передачи информации электромагнитные волны с меньшей длиной и означает меньшую дальность ее распространения [1]. А это влечет за собой увеличение количества ретрансляционных вышек и приводит к еще более плотному окружению электромагнитным излучением (ЭМИ), которое Всемирная Организация Здравоохранения поставила на первое место по опасности воздействия на здоровье человека [2]. Появились отчеты, говорящие об эффекте накопления, что может служить причиной появления болезней [3]. В данной статье описывается способ оценки воздействия ЭМИ на ткани человека.

Основная часть. Для близкой оценки того, как взаимодействует ЭМИ с тканями человека можно провести моделирование в ПО *CST Studio Suite*, которое специализируется в анализе и оптимизации электромагнитных компонентов и систем. Модель представлена на рисунке 1.

Для избегания эффекта огибания тканей электромагнитными волнами используется волновод, в который помещается имитатор биоткани. Волновод имеет прямоугольную форму, от размеров поперечного сечения которого зависит частотный диапазон, длина при этом не имеет значения, так как в нем практически отсутствуют потери. Вдоль волновода может распространяться волна с длиной не превышающей $\lambda_{кр}$. $\lambda_{кр} = 2a$, где a – ширина волновода. Существуют стандартизированные размеры волноводов [4].

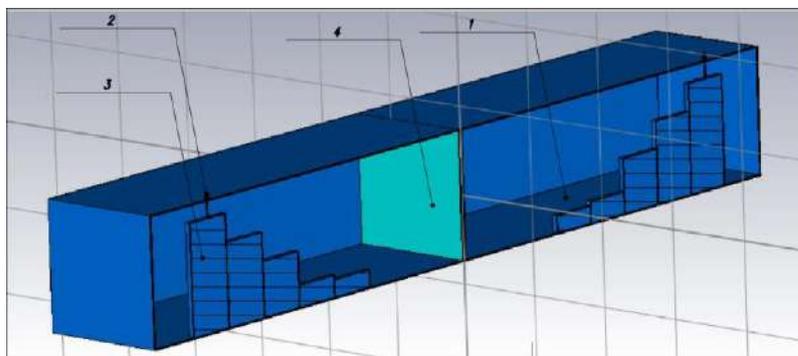


Рисунок 1 — Модель для исследования воздействия ЭМИ на имитатор ткани; 1.1 – волновод; 1.2 – коаксиальный кабель; 1.3 – согласующий трансформатор; 1.4 – имитатор биоткани

Источником и приемником электромагнитного излучения определены коаксиальные кабели, которые соединяются с волноводом, при этом нужно учитывать их различные сопротивления, влияющие на коэффициент стоячей волны (КСВ). При прохождении волн через переход от коаксиального кабеля на волновод и наоборот могут происходить отражения, которые приводят к появлению волн с разной амплитудой, как на рисунке 2 [5]. Что снижает эффективность установки и приводит к искажениям в результатах.

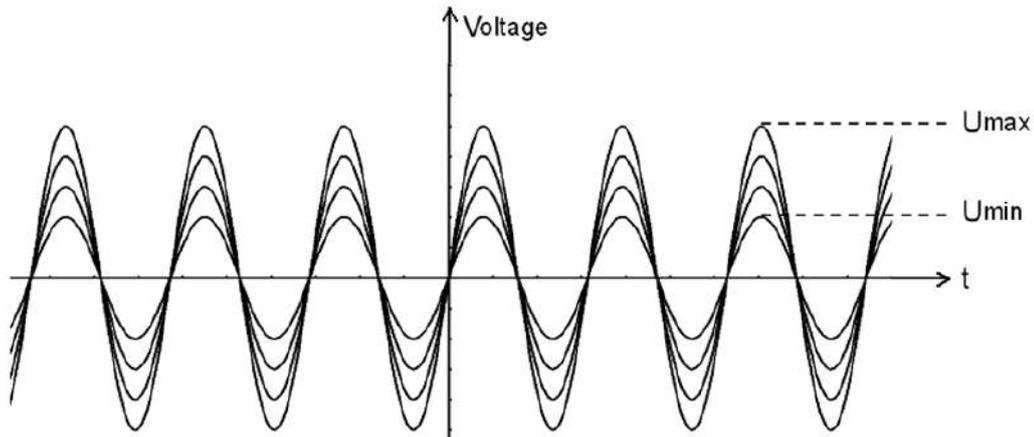


Рисунок 2 – Эпюры напряжения в линии

Для того, чтобы минимизировать данный эффект используется коаксиально-волновой переход (КВП), иными словами это элемент, который согласует сопротивление коаксиального кабеля, стандартизированное и равное 50 Ом или 75 Ом и сопротивление волновода. Видов КВП достаточно много, но для широкополосного согласования применяются ступенчатые переходы, которые представляют собой каскадное соединение четвертьволновых трансформаторов (ступенек) с разными волновыми сопротивлениями. Схематичное изображение четвертьволнового трансформатора представлено на рисунке 3:

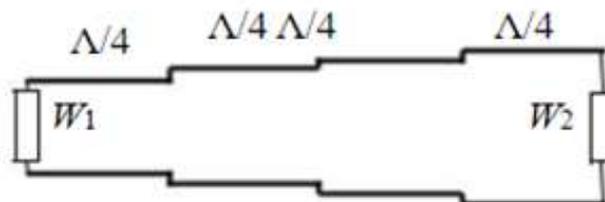


Рисунок 3 – Четвертьволновой трансформатор со ступенчатым переходом [6]

Для улучшения характеристик ступенчатого перехода скачки волновых сопротивлений каждой ступеньки делают разными. Наиболее распространены переходы, в которых скачки сопротивлений (зависят от высоты ступенек) изменяются пропорционально коэффициентам бинома Ньютона (более плавная характеристика) или пропорционально полиномам Чебышёва (характеристика имеет большую крутизну). Можно использовать любой вариант исходя из необходимости конкретного случая.

В середине волновода помещается имитатор биоткани, который занимает все поперечное сечение волновода, как описывалось выше, это делается для исключения огибания материала волнами. Также необходимо создать материал имитатора. Для этого как минимум нужно указать диэлектрическую постоянную и электрическую проводимость, которые у тканей сильно разнятся, при этом они зависят от частоты [7]. Поэтому для достижения максимальной достоверности лучше для каждого частотного диапазона создавать материал с характеристиками именно для этой длины волны.

Далее проводится моделирование. В результате получаются графики параметров S_{11} (отражения излучения от имитатора), S_{21} (прохождения излучения через имитатор), а также графики параметров S_{22} и S_{12} , когда входной и выходной порты меняют местами. На основе этих параметров вычисляется величина параметра поглощения ЭМИ имитатором.

Заключение. Данная методика позволяет выяснить характер взаимодействия СВЧ излучения с имитаторами, близкими по параметрам с различными биотканями. Она позволяет в короткие сроки получить параметры S_{11} , S_{21} , поглощения высокой достоверности без трудоемкого процесса изготовления волноводной установки и проведения опытов на реальных объектах, но в то же время модель максимально близко по своему составу соответствует им. А это позволяет комбинировать моделирование и реальные эксперименты для более серьезных исследований.

Список литературы

1. В чем разница между 4G и 5G? [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/439136/>. – Дата доступа: 12.02.2022.
2. Электромагнитный смог - *Electromagnetic Smog* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://proza.ru/2010/03/22/983/>. – Дата доступа: 20.02.2022.
3. Влияние электромагнитного излучения на здоровье человека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2013/thesis/s112/s112-016.pdf#:~:text=Проблема%20электромагнитного%20излучения%20на%20сегодняшний,законы%2C%20призванные%20регулировать%20уровень%20ЭМИ-> Дата доступа: 20.02.2022.
4. Трубы прямоугольные и n-образные высокой точности и чистоты поверхности из алюминия и алюминиевых сплавов для волноводов: ГОСТ Р 55774-2013. – Введ. 22.11.2013 – Москва: Всероссийский институт легких сплавов, 2013г., 15с.
5. Коэффициент стоячей волны, его влияние на потери в линиях приёма/передачи [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://vpruaem.ru/inf_ksw.html. – Дата доступа: 21.02.2022.
6. Согласующие трансформаторы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/4574718/page:22/>. – Дата доступа: 22.02.2022.
7. C.Gabriel, S.Gabriel: *Compilation of the Dielectric Properties of Body Tissues at RF and Microwave Frequencies*, Internet document. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a305826.pdf> Дата доступа: 22.03.2022.

UDC 53.097

METHOD FOR SIMULATION OF THE EFFECT OF MICROWAVE RADIATION ON HUMAN TISSUES

Shutovich V.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Davydov M.V. – PhD, assistant professor, first vice-rector of BSUIR

Annotation. A simulation technique is considered in the CST Studio Suite environment, in which the impact of microwave radiation on human tissues is estimated.

Keywords: Microwave, radiation, 5G, waveguide, matching transformer, EMI, CWT

СЕКЦИЯ 3
«ИНЖЕНЕРНАЯ ПСИХОЛОГИЯ, КОГНИТИВНАЯ
ЭРГОНИМИКА, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ
БЕЗОПАСНОСТЬ»

ТЕСТИРОВАНИЕ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ БИБЛИОТЕКИ КНИГ С ФУНКЦИЕЙ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОДБОРА ЛИТЕРАТУРЫ

Ярошевич А.Ю.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Телеш И.А. – канд. геогр. наук, доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе рассматривается процесс функционального тестирования веб-приложения с указанием преимуществ функции автоматического подбора литературы.

Ключевые слова: веб-приложение, электронная библиотека, тестирование

Введение. Целью работы является разработка веб-приложения электронной библиотеки книг с функцией автоматического подбора литературы.

Для работы над веб-приложением использованы язык программирования *Java*, реляционные базы данных (*MySQL*, *Oracle DB*, *PostgreSQL*, клиент-серверная архитектура и объектно-ориентированное программирование.

Электронная библиотека – упорядоченная коллекция разнородных электронных документов (в том числе книг, журналов), снабжённых средствами навигации и поиска.

Основная задача электронных библиотек – интеграция информационных ресурсов и эффективная навигация в них. Если традиционная библиотека оперировала преимущественно с документами, как отдельными единицами хранения, то в электронной библиотеке важнейшей функцией становится анализ содержания источников [1].

В связи с появлением и популярностью электронных библиотек, отличительной особенностью которых является быстрота и удобство, пользователь может найти интересующие его литературные произведения. Однако из-за появления все большего числа разнообразной литературы пользователям все сложнее найти и выбрать интересующие их книги для последующей работы с ними, а также для прочтения.

Решением данной проблемы является разработка функции автоматического подбора литературы и её внедрение в электронные библиотеки, при этом пользователь сможет получать список наиболее интересующей его литературы по нажатию кнопки, что повышает его уровень удовлетворенности и мотивирует его на подбор новых книг для прочтения.

Основная часть. Для обеспечения качественного уровня работы приложения, проводилось функциональное тестирование, которое позволяет проверить работоспособность приложения и его соотношение с ожидаемыми результатами.

Функциональное тестирование является одним из ключевых видов тестирования, задача которого - установить соответствие разработанного программного обеспечения (ПО) исходным функциональным требованиям. Проведение функционального тестирования – процесс, позволяющий проверить способность информационной системы работать в определенных условиях и решать задачи, нужные пользователям. Сред ключевых преимуществ следует отметить, что функциональное тестирование ПО полностью имитирует фактическое использование системы, позволяет своевременно выявить системные ошибки ПО и, тем самым, избежать множества проблем при работе с ним в дальнейшем, а также экономия за счет исправления ошибок на более раннем этапе жизненного цикла ПО [2].

Функциональное тестирование производилось путем разработки тестовой документации (тест-кейсов) с последующим их выполнением. Отдельным модулем для тестирования выбрана функция автоматического подбора литературы в веб-приложении. Тест-кейсы составлены отдельно для модулей пользователя, администратора, а также для функции автоматического подбора литературы. Тест-кейсы для модулей администратора и пользователя составлялись на основе дымового тестирования и позитивного тестирования критического пути.

Дымовое тестирование является типом тестирования, который используется для обнаружения явных ошибок, которые могут возникнуть на самых первых этапах выполнения программного обеспечения. Этот тип тестирования выполняется для проверки работоспособности основного функционала разрабатываемой программной системы. После успешного прохождения дымового тестирования, разрабатываемая система отправляется на тестирование критического пути.

Тестирование критического пути является типом тестирования, во время которого значимые элементы и функции приложения проверяются на предмет правильности работы при стандартном их использовании. Тестирование критического пути разделяется на позитивное и негативное. Позитивное тестирование представляет собой проверку работоспособности функций программного продукта, с которыми пользователь сталкивается ежедневно. Негативное тестирование представляет собой проверку всех возможных вариантов нестандартного использования функциональности приложения, используемой пользователем каждый день.

В тест-кейсы для модуля администратора были включены проверки функционала администратора, такие как авторизация администратора в системе, добавление, удаление и редактирование книг, а также их загрузка в приложение.

В тест-кейсы для модуля пользователя включены проверки функционала поиска интересующих книг, отображения книг в приложении и возможности загрузки книги из приложения на устройство пользователя.

Тест-кейсы дымового тестирования приложения можно представить следующим образом (рисунок 1).

Administrator module for library application Functional / Regression Test Cases			
Module	Sub-Module/Screen	Test Description	Expected Results
Administrator module	Authorization	<p>Global precondition: authorization as administrator with valid data</p> <ol style="list-style-type: none"> Go to the admin part of the application. Fill the "Username" field with valid data. Fill the "Password" field with valid data. Click on the button "Log In". 	<ol style="list-style-type: none"> Back-end part of the application starts and the following elements are displayed in the authorization page: <ul style="list-style-type: none"> "Username" field; "Password" field; "Password reset" option; "Log in" button. Entered username is displayed in the "Login" field. Entered password is displayed in the "Password" field as dots. The "Main page" is displayed with the following elements: <ul style="list-style-type: none"> Header; Main navigation menu; Recommended literature block; Books administrating block Breadcrumbs; Information space with a welcome message.
Administrator module	Gallery	<p>Adding a new book by filling all fields with valid data</p> <p>Preconditions:</p> <ul style="list-style-type: none"> Administrator is authorized into the system. Main page -> Books administrating block is displayed. <ol style="list-style-type: none"> Click the "Add book" link. Fill the "Date" input field with valid data (<i>choose any value from the calendar</i>). Fill the "Russian" text field with valid data (<i>Russian letters, numbers, special characters/1-30 characters</i>). Fill the "English" text field with valid data (<i>English letters, numbers, special characters/1-30 characters</i>). Fill the "Belarusian" text field with valid data (<i>Belarusian letters, numbers, special characters/1-30 characters</i>). Choose a file of the book and click on "Upload" button. Click the "Save" button. Go to the user part of the application -> Books. 	<ol style="list-style-type: none"> A pop-up window for adding a new book is displayed with the following elements: <ul style="list-style-type: none"> "Russian" text field (editable field, entrance of at least 1 language is mandatory); "English" text field (editable field, entrance of at least 1 language is mandatory); "Belarusian" text field (editable field, entrance of at least 1 language is mandatory); "Date" field (with an option to choose the date from the calendar); "Save" button. The entered data is displayed in the "Date" field. The entered data is displayed in the "Russian" text field. The entered data is displayed in the "English" text field. The entered data is displayed in the "Belarusian" text field. The chosen file is now shown in the file field. The pop-up window is closed. The editing page for the created book is displayed. The added book is displayed on the user part of the application.
Administrator module	Gallery	<p>Deleting the book</p> <p>Preconditions:</p> <ul style="list-style-type: none"> Administrator is authorized into the system. At least one book is created. Main page -> Books administrating block is displayed. <ol style="list-style-type: none"> Click on the "X" icon near any book in the list of books under the "Administrate books" tab. Click the "Confirm" button in the pop-up confirmation window. Go to the user part of the application -> Books. 	<ol style="list-style-type: none"> The pop-up confirmation window is displayed asking the user to confirm deleting the book. The book is not displayed in the list of books on the Books page. The book is not displayed in the list of books on the Books page of the user part of the application.

Рисунок 1 – Тест-кейсы дымового тестирования приложения

В результате тестирования были выявлены два дефекта критической, 8 дефектов высокой, 1 дефект низкой и 4 дефекта очень низкой важности.

Диаграмма отчета о результатах тестирования для приложения с учетом важности дефектов и их количества для каждого из модулей можно представить следующим образом (рисунок 2).

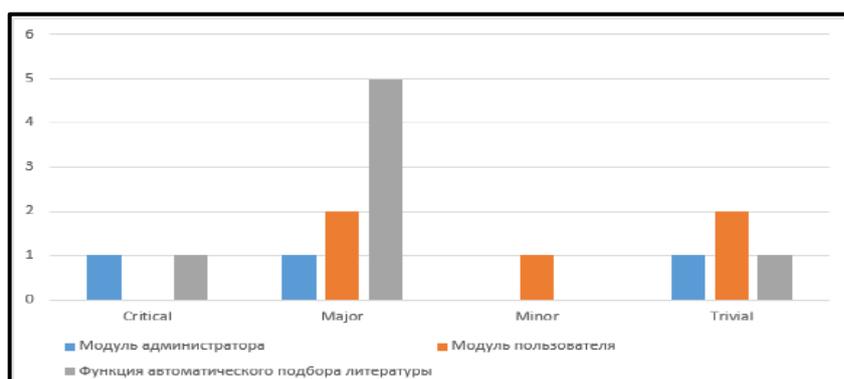


Рисунок 2 – Результаты функционального тестирования веб-приложения электронной библиотеки книг с функцией автоматического подбора литературы

Критическая важность - существование дефекта приводит к масштабным последствиям катастрофического характера, например, потери данных, раскрытия конфиденциальной информации или нарушение ключевой функциональности приложения. Последняя показывает степень ущерба, который наносится проекту существованием дефекта. Высокая важность - существование дефекта приносит ощутимые неудобства многим пользователям в рамках их типичной деятельности. Средняя - существование дефекта слабо влияет на типичные сценарии работы пользователей. Низкая - существование дефекта редко обнаруживается незначительным процентом пользователей и почти не влияет на их работу. Очень низкая - дефект носит косметический характер, например, ошибка в слове или неверное положение элемента на странице.

Заключение. Таким образом, дефекты критической важности связаны с работой функции загрузки книг администратором в приложение и с функцией автоматического подбора литературы. Дефекты высокой важности представляли собой некорректную работу базового функционала, такую как невозможность перейти на страницу книги, подобранной функцией автоматического подбора литературы, а также невозможность загрузки на устройство пользователя книг, чей размер превышал определенное число страниц. Дефекты низкой и очень низкой важности представляли собой некорректное отображение различных элементов книг, таких как название или имя автора, а также некорректное позиционирование кнопок на стороне пользователя.

Список литературы

1. Пронькина В. А. Электронные библиотеки: вчера, сегодня, завтра. [Электронный ресурс]. – Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» – 2022. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/elektronnye-biblioteki-vchera-segodnya-zavtra>. – Дата доступа : 01.02.21.
2. Святослав Куликов. Тестирование программного обеспечения. Базовый курс. [Электронный ресурс]. – Хроники детерминированности – 2022. – Режим доступа : https://svyatoslav.biz/software_testing_book/. – Дата доступа : 01.02.21.

UDC 004.775:004.415.538

TESTING OF WEB APPLICATION OF THE ELECTRONIC BOOKS LIBRARY WITH THE FUNCTION OF AUTOMATIC LITERATURE SELECTION

Yaroshevich A. Y.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Telesh I.A. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. The paper deals with the main idea and testing process of a web application. The paper also indicates the advantages of the automatic selection of literature.

Keywords: electronic library, web application, testing

УДК 004.4+004.432

СЕРВИС ВЫДАЧИ ЭЛЕКТРОННЫХ СЕРТИФИКАТОВ

Захарова Е.И.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Щербина Н.В. – магистр техн. наук, старший преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. Электронные подарочные сертификаты – это альтернатива на любой случай, а сервисы их выдачи помогают сделать покупку, доставку и получение подарков простой и быстрой, так же минимизируют шансы не угадать с подарком.

Ключевые слова: Сервис, электронные сертификаты, предприятия торговли, промокод, лояльность, клиент, авторизация, привлечение, технологии, мобильный телефон, идентификация, получатели, панель администратора, файл, загрузка, личный кабинет, база данных

Введение. Сервис выдачи электронных подарочных сертификатов (далее – Сервис) – программное обеспечение, которое позволяет формировать электронные подарочные сертификаты предприятий торговли, выдавать их определенным физическим лицам и предоставлять к ним доступ со стороны физических лиц – получателей через веб-интерфейс с авторизацией по номеру мобильного телефона.

Электронный подарочный сертификат (далее ЭПС) – электронный документ, предоставляющий право его владельцу получить любой товар на сумму, указанную в ЭПС, либо на определенный в ЭПС товар в предприятии – эмитенте ЭПС. Каждый ЭПС содержит:

- описание условий;
- порядок его использования;
- логотип предприятия – эмитента;
- уникальный промокод – буквенно-цифровую последовательность, которая позволяет его однозначно идентифицировать в предприятии – эмитенте.

Сервис расширяет возможности торговых предприятий по привлечению клиентов и выступает мощным инструментом лояльности предприятия.

Основная часть. Для формирования Сервиса были выбраны следующие технологии:

1. Язык программирования *PHP* – один из самых популярных языков в мире, который позволяет эффективно разрабатывать приложения, состоящие как из бэк-компонентов, так и фронт-компонентов, легко интегрируется в html-верстку и является одним из эффективных языков разработки веб-приложений;

2. Фреймворк *Laravel* – бесплатный фреймворк, который имеет в своем арсенале широкий набор готовых стандартных решений для разработчика, значительно облегчающий формирование проекта, его поддержку и обновление.

3. База данных *MySQL* – популярная реляционная база данных, которая может применяться в высоконагруженных проектах и одновременно является хорошо известной для широкого круга разработчика, что немаловажно для поддержки проекта и его преемственности между разработчиками.

Основные функции Сервиса:

1. Формирование ЭПС – ввод описания ЭПС в виде простого форматированного текста, в котором указываются условия и порядок использования ЭПС:

- номинальная стоимость ЭПС;
- наименование предприятия, в котором он может быть использован;
- точки продаж предприятия, где возможно предъявить ЭПС;
- порядок его предъявления.

Сервис позволяет сформировать неограниченное количество ЭПС от разных предприятий, а также различные ЭПС в разрезе одного предприятия с различными условиями.

Важным функционалом является загрузка промокодов, полученных от предприятий-эмитентов и «привязка» их к определенному ЭПС.

2. Загрузка мобильных телефонов получателей – загрузка файла с номерами телефонов в формате csv, сохранение их в базу данных и «привязка» к каждому номеру телефона определенного промокода ЭПС;

3. Авторизация клиента по номеру мобильного телефона через отправку разового проверочного кода и предоставление доступа к личному кабинету клиента с отображением ЭПС, выданных клиенту.

Для реализации вышеуказанных функций были разработаны следующие компоненты:

1. Панель администратора с применением стандартных шаблонов фреймворка *Laravel*, которая содержит:

- формы ввода необходимых данных для формирования ЭПС;
- форму выбора файла с промокодами на локальном компьютере и его загрузку в базу данных Сервиса;
- форму выбора файла с телефонами клиентов, его загрузку в базу данных Сервиса с привязкой к определенному ЭПС.

2. База данных с набором основных таблиц по сохранению ЭПС, промокодов ЭПС, номеров мобильных телефонов клиентов с привязкой к промокодам определенных ЭПС.

3. Веб-приложение, которое представляет собой трехстраничный сайта с формой авторизации клиента по номеру мобильного телефона и личным кабинетом, в котором выводятся ЭПС с промокодами, выданные именно этому клиенту.

4. АПИ с сервисом отправки sms – для отправки кода в sms на номер мобильного телефона, указанного пользователем при авторизации в веб-приложении.

Схема реализации работы Сервиса представлена на рисунке 1.

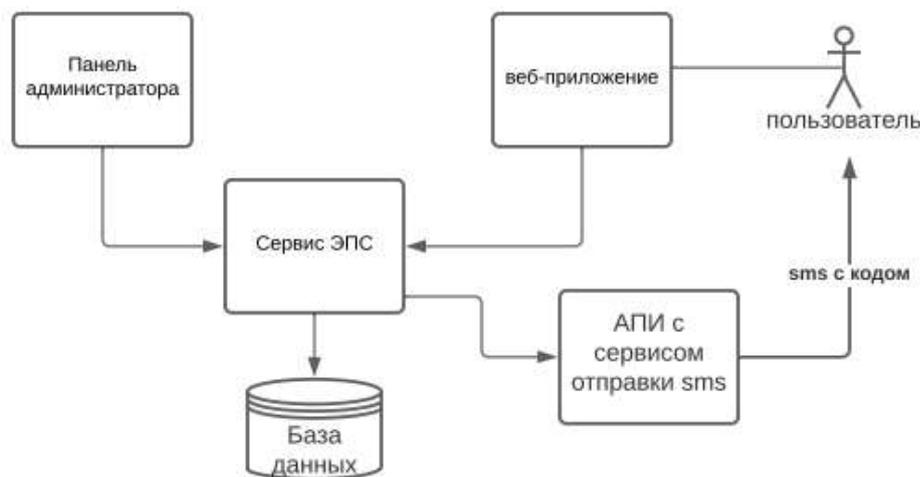


Рисунок 1 – Схема работы сервисы выдачи электронных сертификатов

Преимущества Сервиса:

1. Для Клиента:

–Безопасная авторизация без пароля на основании разового сеансового ключа, который направляется клиенту на указанный им в форме авторизации номер мобильного телефона.

–Постоянный доступ к ЭПС с любого устройства, подключенного к интернету – для подключения к сервису пользователю нет необходимости устанавливать на своем электронном устройстве специальное приложение, вся работа осуществляется в обычном веб-браузере.

–Возможность дистанционного приобретения ЭПС – пользователю нет необходимости обращаться непосредственно в предприятие для приобретения ЭПС, что существенно снижает временные издержки и «сокращает» клиентский путь.

2. Для предприятия:

–Предприятие сокращает путь к клиенту – по сути предложение предприятия уже находится в кармане клиента – в его мобильном устройстве, так как основной фокус Сервиса – предоставление ЭПС с идентификацией клиента по мобильному телефону. Таким образом, Сервис обеспечиваем максимальную скорость коммуникации с клиентом: «здесь и сейчас», без каких-либо дополнительных шагов со стороны клиента.

–Мобильный телефон – «твердый» и уникальный идентификатор клиента, который позволяет достоверно отследить поведение клиента: открытие ЭПС в Сервисе, использование ЭПС в предприятии, история использования всех ЭПС и, дополнив иной информацией о клиенте, получить точный маркетинговый портрет клиента, что очень важно при анализе и планировании финансовой деятельности предприятия.

–Сервис является одним из самых дешевых способов рекламной коммуникации с клиентом – стоимость контакта с клиентом составляет стоимость смс с уведомлением о получении клиентом привилегии от предприятия.

Заключение. Сервис представляет собой универсальное решение для неограниченного количества предприятий – партнеров, которое может быть использовано как для выдачи ЭПС, так и для любых иных электронных документов, например, билетов в кинотеатр или в залы аэропортов.

Кроме того, Сервис может быть адаптирован для социальных целей – выдача *QR* кодов по номеру мобильного телефона клиентам, которые вакцинировались, либо для разового входа в ограниченную зону и т.п.

Список литературы

1. Никсон, Р. *Создаем динамические веб-сайты с помощью PHP, MySQL, JavaScript, CSS и HTML5* / Р. Никсон. – Санкт-Петербург : Питер, 2019. – 816 с.
2. Стаффер, М. *Laravel. Полное руководство* / М. Стаффер. – Санкт-Петербург : Питер, 2020. – 512 с.

UDC 004.4+004.432

SERVICE FOR ISSUING ELECTRONIC CERTIFICATES

Zakharova E.I.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Shcherbina N.V. – master of technical sciences, senior lecturer of the department of EPE

Annotation. Electronic gift certificates are an alternative for any occasion, and their issuance services help make the purchase, delivery and receipt of gifts simple and fast, and also minimize the chances of not guessing with a gift.

Keywords: Service, electronic certificates, trade enterprises, promotional code, loyalty, client, authorization, attraction, technology, mobile phone, identification, recipients, admin panel, file, download, personal account, database

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ РУССКОМУ ЯЗЫКУ УЧАЩИХСЯ НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Ильясова М.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Щербина Н.В. – магистр техн. наук, старший преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе описано мобильное приложение для выполнения заданий по русскому языку. Задания представлены в игровой форме, что позволяет отрабатывать практические навыки владения языком в любое доступное время и быть более увлеченными в процесс обучения. Целевая аудитория – дети от 6 до 11 лет.

Ключевые слова: *Android, Java, MySQL*, мобильное приложение, русский язык

Введение. Система образования идеально сочетается с технологиями. Мобильные приложения дают возможность сделать процесс обучения информативным, интерактивным и увлекательным. Это привлекает широкую аудиторию, расширяет возможности для внедрения новых услуг и помогает получить отличное взаимодействие с аудиторией. Образовательные приложения открывают новые возможности для ВУЗов, школ, частных преподавателей и обучающих центров.

Обучающие приложения позволяют модифицировать систему преподавания и вывести ее на новый уровень. Такой подход работает как для общепринятого образования в школах, университетах и других учебных заведениях, так и в частном преподавании. Обучение при помощи мобильного приложения – это эффективно. Так как методики и комплексы программ объединяются в одну систему, электронная статистика позволяет следить за успехами, а проведение тестов контролирует процесс обучения.

Главное преимущество образовательных приложений – возможность интерактивного взаимодействия с пользователем, что обеспечивает поддержание заинтересованности пользователей в процессе обучения [1].

Таким образом целью работы является разработка мобильного приложения для обучения русскому языку учащихся начальной школы Республики Беларусь. Мобильное приложение для обучения русскому языку реализовано в виде игры с выполнениями тестов по русскому языку с учетом школьной программы. Предложенный программный продукт позволит потенциальному пользователю не заучивать материал, а изучать его в виде игры.

Основная часть. Для достижения поставленной цели потребовалось изучить предметную область, проанализировать существующие на рынке аналоги и определить их преимущества и недостатки, спроектировать базу данных, разработать функциональное наполнение приложения и пользовательский интерфейс программного продукта, выполнить тестирование информационной системы.

Приложение реализовано в виде мобильного приложения для устройств на операционной системе Android и включает в себя следующий технологический стек:

- IDE Android Studio* [2],
- язык программирования *Java* [3];
- база данных *MySQL*.

В приложении реализованы следующие функциональности:

- разделение на модули, соответствующие классу учащегося;
- модули разделены на темы, в которых находятся упражнения;
- каждое упражнение представляет собой набор из 10 тестовых заданий разного уровня сложности;



Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования мобильного приложения

- после завершения упражнения выставляется соответствующая оценка и дается вознаграждение в качестве монет;
- отображение прогресса пользователя, статистика по пройденным упражнениям, награды и монеты;
- магазин предметов;
- анимация и звуковое сопровождение на страницах приложения.

Заключение. Разработанное мобильное приложение поможет тренировать грамотность и улучшать навыки владения русским языком у пользователей школьного возраста. Все упражнения составлены согласно методическим пособиям Республики Беларусь для учащихся начальной школы. Целевой аудиторией являются дети в возрасте от 6 до 11 лет.

Список литературы

1. Мобильные приложения для образования // Wezom [Электронный ресурс]. – 2000. – Режим доступа : <https://wezom.com.ua/blog/prilozheniya-dlya-obrazovaniya>. – Дата доступа : 03.03.2022.
2. Филлипс, Б. *Android. Программирование для профессионалов* / Билл Филлипс, Крис Стюарт, Кристин Марсикано, Брайан Гарднер. – СПб. : Питер, 2020. – 1070 с.
3. Хорстманн, Кей С. *Java. Библиотека профессионала. Том 1. Основы* / Кей С. Хорстманн. – М. : ООО «Издательский дом «Вильямс» – 2019. – 864 с.

UDC 004.588

MOBILE APPLICATION FOR TEACHING RUSSIAN TO PRIMARY SCHOOL STUDENTS OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Ilyasova M.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Shcherbina N.V. – master of technical sciences, senior lecture of the department of EPE

Annotation. The paper describes a mobile application for completing tasks in the Russian language. The tasks are presented in a playful way, which allows you to practice practical skills of language proficiency at any available time and be more involved in the process of educating the target audience - children from 6 to 11 years old.

Keywords: Android, Java, MySQL, mobile application, Russian language

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ «СИСТЕМА БРОНИРОВАНИЯ СТОЛИКОВ В КАФЕ И РЕСТОРАНАХ»

Минюкович А.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Щербина Н.В. – магистр техн. наук, старший преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье рассматривается разработка веб-приложения, которое помогает клиенту кафе или ресторана быстро и легко забронировать столик на определенное время и с определенными критериями, а также данное веб-приложение помогает работникам кафе и ресторанов вести аналитику посещений и заказов. Разработка данного веб-приложения приведет к оптимизации процесса бронирования столиков, поможет привлечь дополнительных клиентов, а также позволит вести аналитику по клиентам, их заказам, а также отклик на какие-либо действия со стороны ресторана или кафе.

Ключевые слова: технология, веб-приложение, кафе и рестораны, бронирование

Введение. Актуальность проекта определяется постоянно увеличивающимися темпами автоматизации во всех областях жизни и стремительно возрастающими возможностями вычислительных систем. В свете появившихся в последние десятилетия технических возможностей, все чаще обслуживание пользователей осуществляется с помощью данных систем. Особенно растет потребность в программных продуктах, позволяющих пользователю производить самообслуживание – таких как системы электронных платежей или справки покупки билетов и заказа еды. Покупка и заказ посредством интернет сервисом набирает все большую популярность, так как это является удобным способом сделать это быстро и без использования третьих лиц. В том числе стало актуальным бронирование столиков в заведениях с помощью мобильных приложений и сайтов. На данный момент уже накоплен некоторый опыт разработок в данной области, но от этого круг задач только расширяется. Имеется множество сервисов, осуществляющих бронирование, однако каждый из них имеет свои преимущества и недостатки. Точнее говоря, большинство создающихся программных комплексов ориентированы на конкретные задачи и определенные условия.

Основная часть. Для разработки веб-приложения необходимо решить следующие задачи: разработать требования к проекту; построить физическую и логическую модель данных; описать бизнес-процессы.

Для реализации проекта использовали: язык разметки *HTML*, язык программирования *JavaScript*, фреймворки *React*, *Next.js*, базу данных *Firebase*, библиотеки *UI* компонентов *Material UI*. На рисунке 1 представлена страница приложения, на которой есть возможность бронирования столика в кафе или ресторане.

Веб-приложение представлено двумя модулями функционала: модуль клиента и модуль администратора и персонала заведения.

Модуль клиента кафе или ресторана представлен следующим функционалом:

- возможность регистрация клиента;
- возможность хранить данные, включая информацию о предыдущих посещениях ресторана или кафе;
- возможность бронирования столиков.

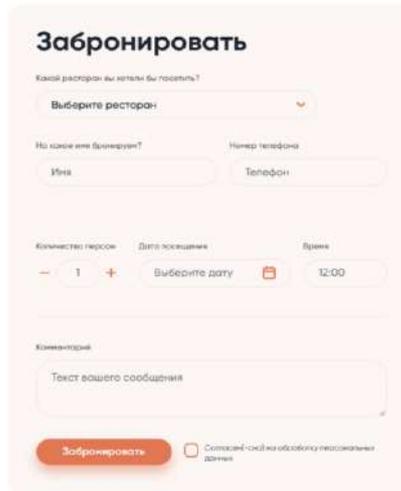


Рисунок 1 – Страница бронирования столика в кафе или ресторане

Заключение. Модуль для администратора и персонала кафе или ресторана представлен следующим функционалом: возможность управления состоянием брони клиента; возможность добавлять данные о посещении клиента; возможность просмотра аналитики кафе или ресторана; возможность управления пользователями; возможность наполнения приложения данными о кафе или ресторане.

Для хранения данных разработанного веб-приложения создана база данных на основе облачных баз данных Firebase, в которой хранится информация о клиентах, их заказах, также различные данные о ресторане, различные аналитические данные.

Список литературы

1. React // A JavaScript library for building user interfaces [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа : <https://reactjs.org>. – Дата доступа : 23.02.2022.
2. MDN // Resources for Developers, by Developers [Электронный ресурс]. – 1998. – Режим доступа : <https://developer.mozilla.org>. – Дата доступа : 23.02.2022.
3. LearnJS // Современный учебник JavaScript [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа : <https://learn.javascript.ru>. – Дата доступа : 23.02.2022.
4. Next.js // The React Framework for Production [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа : <https://nextjs.org>. – Дата доступа : 23.02.2022.
5. Firebase // Firebase helps you build and run successful apps [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа : <https://firebase.google.com>. – Дата доступа : 23.02.2022.
6. Material UI // Start building with MUI today! [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа : <https://mui.com>. – Дата доступа : 23.02.2022.

UDC 004.5+658.89

AUTOMATED SYSTEM FOR THE SALE OF ELECTRONIC DEVICES

Miniukovich A.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Shcherbina N.V. – master of technical sciences, senior lecture of the department of EPE

Annotation. The article discusses the development of a web application that helps a client of a cafe or restaurant quickly and easily book a table for a certain time and with certain criteria, as well as this web application helps cafe and restaurant employees to analyze visits and orders. The development of this web application will optimize the table booking process, help attract additional customers, and also allow you to conduct analytics on customers, their orders, as well as a response to any actions from a restaurant or cafe.

Keywords: technology, web application, cafes and restaurants, booking.

ВЕБ-РЕСУРС ТУРИЗМА УЗБЕКИСТАНА

Абдурахмонов Дж.К.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Щербина Н.В. – магистр техн.наук, ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. По мере роста индустрии туризма возрастает конкуренция между туристическими направлениями. Создание бренда территории дает странам возможность сформировать уникальный образ и выделиться из множества других. Одним из эффективных каналов коммуникации, используемых для продвижения бренда города и привлечения туристов, является интернет, а из инструментов – веб-сайт. Основные задачи создания веб-сайта бренда города состоят в создании позитивного имиджа, повышении узнаваемости туристического направления, в эффективном продвижении туристического продукта, а также в привлечении туристов. В статье рассматриваются зарубежные практики использования веб-сайтов брендов городов: официальные туристические веб-ресурсы *Uzbektourism.uz* и *Uzbekistan Travel*, которые являются показательными примерами успешных практик брендинга территорий.

Ключевые слова: веб-сайт, PR-коммуникации, бренд, бренд территории, брендинг

Введение. В настоящее время веб-сайт является основным информационным ресурсом любого туристского предприятия, независимо от профиля его деятельности. Сайт турфирмы – это витрина онлайн-ового или традиционного бизнеса.

Его основные функции:

- продажа товаров и услуг (туров, услуг визирования, бронирования авиа- и ж/д билетов, гостиниц и пр.);
- обеспечение клиентов информацией о товарах и услугах;
- обеспечение корпоративной информацией о бизнесе;
- привлечение дополнительных клиентов и партнеров;
- установление двусторонней связи с посетителями ресурса.

Основная часть. Первоначально следует разработать структуру сайта: она включает девять основных разделов: главная; все туры; страны; визы; услуги; типы туров; помощь туристу; контакты; о нас (рисунок 1).



Рисунок 1 – Схема структурная веб-ресурса

Основным элементом на главной странице является «Поиск туров», с помощью которого возможно производить поиск актуальных туристских предложений, опубликованных на сайте в разделе «Описание туров». Также в этот раздел можно попасть из раздела «Все туры» и «Типы туров».

Страницы «Страны», «Визы», «Типы туров» и «Помощь туристу» содержат список дополнительных подразделов по соответствующей тематике.

Остальные разделы несут в себе справочную информацию по данному разделу.

Отдельно можно выделить страницу сайта «Описание туров», где отображается вся необходимая информация о туристских направлениях, предлагаемых компанией. На данную страницу можно попасть с главной страницы сайта, через форму поиска тура, либо через страницу «Все туры» и «Особенности тура», выбрав там необходимый тип тура из списка.

Для представления внешнего вида описанных выше страниц разберем их структуру и оформление. Главная страница (рисунок 2) позволяет найти интересующий тур по необходимым пользователю параметрам. Также на данной странице можно просмотреть слайд-шоу по турам. С поисковой формы можно перейти на страницу с описанием туров. Внешний вид страницы «Главная» полностью соответствует шаблону, представленному на рисунке 2.



Рисунок 2 – Шаблон главный страницы сайта

Раздел «Описание туров» (рисунок 3) представляет собой перечень туристских продуктов с привязкой к регионам и видам туризма, а также времени и цене тура, которые используются как параметры поиска.

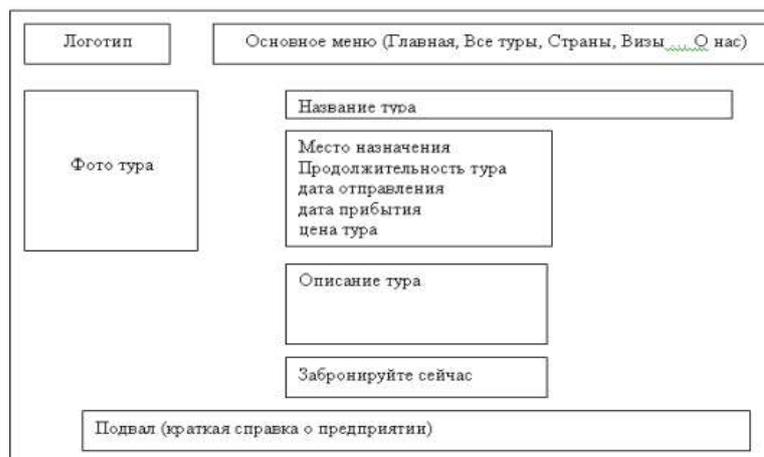


Рисунок 3 – Шаблон страницы «Описание туров»

Потенциальные туристы могут выбрать соответствующие их требованиям продукты:

- из списка, который расположен в разделе,
- через поиск туров на главной странице,

– через раздел «Типы туров».

При просмотре списка туров появляется возможность забронировать их, если нажать на кнопку «Забронировать сейчас». После нажатия на данную кнопку появляется окно с обратной формой связи, где клиент можно заполнить контактные данные о себе и после отправить эти данные менеджеру в туристскую фирму. В качестве альтернативного варианта бронирования тура можно предусмотреть возможность его предоплаты, через электронную систему платежей.

Заключение. Подводя итог, можно отметить следующее. Использование веб-сайтов является действенным коммуникационным инструментом в сфере продвижения туристических брендов, продуктов и услуг. К его преимуществам относятся:

1. Доступность.
2. Способность вовлекать в коммуникацию неограниченное число пользователей.
3. Интерактивные возможности взаимодействия с целевыми аудиториями, которые кроются в наличии непосредственного контакта между аудиторией и субъектом *PR*, а также обеспечиваются современным уровнем развития интернет-технологий.
4. Ориентация на пользовательские запросы, собираемые как через систему обратной связи, так и посредством использования инструментов интернет-аналитики.

Промо-визуализация туристических брендов за счет использования мультимедийных технологий оказывает большее влияние на принятие решений потенциальным потребителем, чем стандартные буклеты, каталоги и листовки.

Список литературы

1. Информационное обеспечение туризма : учебник / Н.С. Морозова, М.А. Морозов, А.Д. Чудновский, М.А. Жукова, Л.А. Родигин. – М.: Федеральное агентство по туризму, – 2014. – 288 с.
2. Туризм, гостеприимство, сервис. Словарь-справочник / Г.А. Аванесова, Л.Н. Боронкова, В.И. Маслов, А.И. Фролов. М.: Аспект Пресс, – 2011. – 367 с.
3. HTML и CSS. Разработка и дизайн веб-сайтов / Джон Дакетт : [пер. с англ. М.А. Райтмана]. – М.: Эксмо, – 2020. – 480 с.
4. 5 проектов Web-сайтов от фотоальбома до магазина / Митчелл С. – М.: ИТ Пресс, – 2013. – 224 с.
5. Святыни Узбекистана / составители А.М. Магомедов, С.Н. Султанмагомедов, М.О. Каримов. — Махачкала : Духовное управление мусульман Дагестана, 2015. — 164 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/60894.html> (дата обращения: 11.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей.

UDC 004.5+379.85+711.56

WEB RESOURCE OF UZBEKISTAN TOURISM

Abdurakhmonov J.K.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Shcherbina N.V. – master of technical sciences, senior lecture of the department of EPE

Annotation. The growth of the tourism industry is also growing competition between tourist destinations. The brand territory gives countries the opportunity to distinguish itself from many others. One of the communication channels used to attract tourists and build the brand of the city, are online communication, web sites. The main task of creating the web site of the city brand are the effective promotion of the tourism product, creating a positive image, increase awareness of tourist destinations and in attracting tourists. The article considers the experience of using web sites in the promotion of tourist brands of foreign cities: official tourism web resources of Uzbektourism.uz and Uzbekistan Travel. These cities are significant, from the point of view of successful branding.

Keywords: website, PR communications, brand, territory brand, branding

УДК [004.738.5+621.395.721.5]:331.101.1

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Геллер Е. Я. Гончар Л. В. Радченко М. В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Розум Г. А. – магистр техники и технологии, старший преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе рассматривается процесс эргономического проектирования сервера, раскрывается актуальность и преимущества разрабатываемой системы.

Ключевые слова: сервер, социальная сеть, приложение

Введение. Социальная сеть – сервис, который позволяет распространять информацию, строить социальные связи и налаживать взаимоотношения в социуме. Что позволяет взаимодействовать в информационном поле? Это сервер.

Сервер является необходимым элементом в процессе создания профессиональных сайтов или социальных сетей. Сервер должен хранить и обрабатывать большие объемы файлов, серверу необходимо уметь работать со всеми существующими стандартами на рынке фотографии, нужно быстро обрабатывать запросы от пользователей.

Серверные мощности играют, пожалуй, важную роль, поскольку пользователи социальных сетей постоянно смотрят фото и видео в высоком разрешении (1080px или 2160px), а также используют различные функции данного мобильного приложения.

Целью проекта является повышение эффективности социальной сети на основе разработки эргономичного сервера, предоставляющего функции по созданию, изменению, постов, комментариев, а также добавлению и удалению новых пользователей в круг друзей. Объектом исследования в данной работе является сервер для социальной сети, а предметом исследования – технологии разработки сервера и принципы проектирования эргономичных пользовательских интерфейсов [1].

Основная часть. При разработке данного мобильного приложения используются операционная система Windows, языки программирования *Java*, *Java* для системы *Android*, *HTML*, *CSS*, *JavaScript*, база данных с использованием *MySQL*.

Разработанное мобильное приложение является онлайн-платформой для сообщества фотографов-профессионалов и любителей, мобильное приложение используется для общения, знакомств, создания социальных отношений между людьми, а также для проведения мероприятий.

Разработанный сервер для мобильного приложения предусматривает, кроме базовых функций любой социальной сети, эффективное решение для загрузки фото и/или видео материалов в хорошем качестве (1080px или 2160px) для представления публике [2].

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи:

- исследовать существующих конкурентов для данной платформы;
- разработать эргономические требования для оптимизации структуры сервер-клиент;
- выполнить проектирование и реализацию сервера с учетом эргономических требований.

Для достижения поставленных задач разработан следующий функционал приложения:

- авторизация;
- регистрация;
- восстановление забытого пароля;
- обмен сообщениями, фотографиями;
- просмотр всех фотографий пользователя, подписанных пользователей;

- подписка/отмена подписки на пользователя;
- блокировка/ разблокировка пользователя;
- создания/редактирования/удаления комментариев пользователя, публикации.

В ходе выполнения эргономического проектирования, разработаны алгоритмы работы пользователя, диаграмма вариантов использования, структурная схема взаимодействия пользователей со средой на рабочем месте, определены эргономические требования к информации, предъявляемой пользователю, составлен сценарий информационного взаимодействия пользователя и компьютера, проведена эргономическая оценка пользовательского интерфейса [3].

В зависимости от поставленных задач пользователь может выбрать один из двух режимов доступа к функционалу системы: пользовательский либо администратор группы. При пользовательском режиме обычный пользователь проходит процедуру авторизации посредством ввода данных своего логина и пароля и получает ограниченный доступ к функционалу сайта, однако при этом не имеет возможности добавлять, редактировать и удалять других пользователей из социальной сети либо их содержимое.

Также имеется роль администратора группы. Как и обычный пользователь, администратор группы проходит процедуру авторизации, получая дополнительный доступ к функционалу системы и имеет возможность создавать, добавлять, редактировать и удалять пользователей в группе, которую он создал. Также администратор группы необходим для оказания помощи пользователям, обратившимся в службу поддержки группы [3].

На рисунках 1 и 2 представлены диаграммы вариантов использования в режимах «Администратор» и «Пользователь».

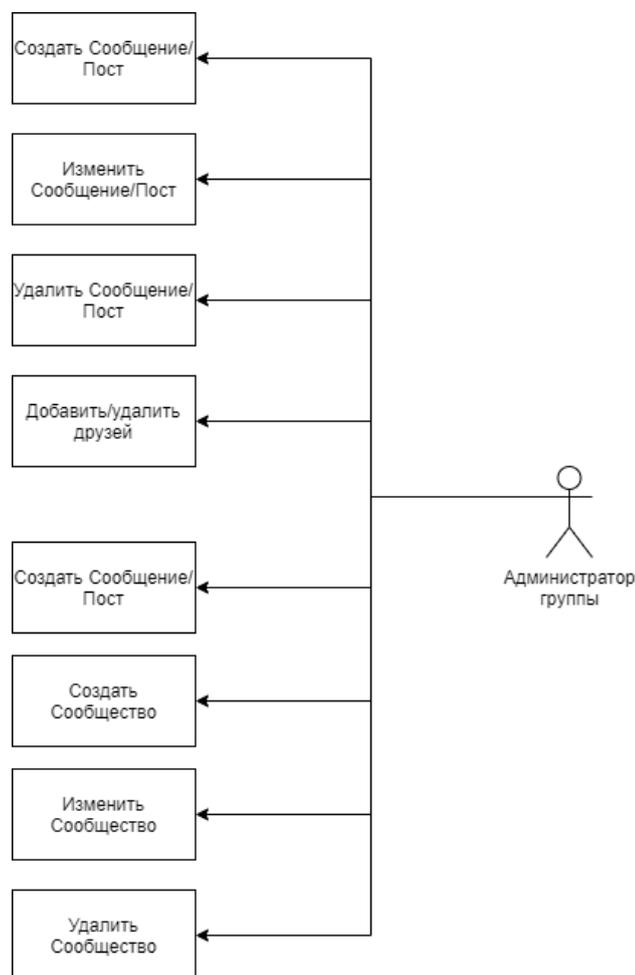


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования веб-приложения в режиме «Администратор»



Рисунок 2 – Диаграмма вариантов использования веб-приложения в режиме «Пользователь»

Заключение. Использование разработанной системы позволит повысить эффективность, надежность, простоту и объем пользователей в данной социальной сети, а также облегчить процесс нахождения релевантной публики для сотрудничества и/или взаимодействия между пользователями социальной сети.

Список литературы

1. Интеграция сайтов и социальных сетей: эргономические аспекты [Электронный ресурс]. – *Habr* – 2006. – Режим доступа : <https://habr.com/ru/company/alee/blog/122617/>. – Дата доступа : 14.03.2022.
2. Социальная сеть ВКонтакте перезапустилась на компьютерах [Электронный ресурс]. – *Ixbt* – 1997. – Режим доступа : <https://www.ixbt.com/news/2020/12/15/socialnaja-set-vkontakte-perezapustilas-na-kompjuterah.html> – Дата доступа : 14.03.2022.
3. Bridging the gaps between HCI and social media [Электронный ресурс]. – *Interactions* – 2022. – Режим доступа : <https://interactions.acm.org/archive/view/march-april-2011/bridging-the-gaps-between-hci-and-social-media1>. – Дата доступа : 14.03.2022.

UDC [004.738.5+621.395.721.5]:331.101.1

MOBILE SOCIAL NETWORK APP AND ITS ERGONOMIC SOFTWARE

Geller E.Y. Gonchar L.V. Radchenko M.V

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Rozum G.A. – master of engineering and technology, senior lecturer of the department of EPE

Annotation. The paper considers the process of ergonomic design of a server application, reveals the relevance and advantages of the developed system.

Keywords: server, social network, app.

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ПОД ANDROID ДЛЯ ИЗМЕНЕНИЯ РЕЖИМА СНА И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Данилов В.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Меженная М. М. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Работа содержит актуальность и функциональные задачи мобильного приложения для операционной системы Android для изменения и поддержания режима сна. Особенностью системы является простота использования и информативный интерфейс. Разрабатываемая система поможет изменить режим сна без стресса для организма и поддерживать в дальнейшем.

Ключевые слова: мобильное приложение, MVP, Android, сон, режим сна

Введение. Одной из многочисленных проблем 21 века являются расстройства сна. Сейчас около 5-10% населения земного шара страдают бессонницей [1] (по данным источника [2] процент таких людей составляет 15-30%), которая пагубно влияет на здоровье людей. С другой стороны, по мировой статистике владельцами смартфонов являются уже более 66% населения [3], поэтому для изменения режима сна идеально подходит специализированное приложение для смартфона: мобильное устройство имеет в себе встроенные уведомления и функцию будильника, находится всегда под рукой.

Основная часть. Целью работы является создание мобильного приложения под операционную систему *Android* для изменения режима сна. Система может быть использована для изменения режима сна, а также, в дополнение к этому, для поддержания режима сна. Система должна плавно изменять режим сна, чтобы не вызывать стресс и усугубления расстройства сна. Преимуществами этой системы являются простота интерфейса с предельно понятной функциональностью, содержащей всю необходимую информацию о прогрессе изменения режима сна, планируемом времени сна, реальном времени сна.

Задачи системы:

–помогать в изменении режима сна пользователя путём составления расписания сна для его изменения.

–помогать в поддержании установленного режима сна.

–оптимизировать режим сна пользователя.

Для достижения поставленных задач потребовалось разработать приложение, предоставляющее следующую функциональность:

–создание расписания для изменения режима сна.

–создание расписания для поддержания режима сна.

–информация о прогрессе изменения режима сна.

–заблаговременное уведомление пользователя о том, что скоро пора ложиться спать и стоит начать подготавливаться к этому (дополнительное уведомление).

–уведомление пользователя о том, что наступило время ложиться спать.

–уведомление пользователя о том, что пора просыпаться.

–информация о сегодняшнем расписании сна.

–информация о расписании уведомлений, начиная с сегодняшнего дня.

–информация о сегодняшних уведомлениях времени начала и окончания сна.

–редактирование времени дополнительного уведомления.

–выключение дополнительного уведомления.

–фиксация реального времени сна.

Макеты основных окон приложения представлены на рисунках 1-3.

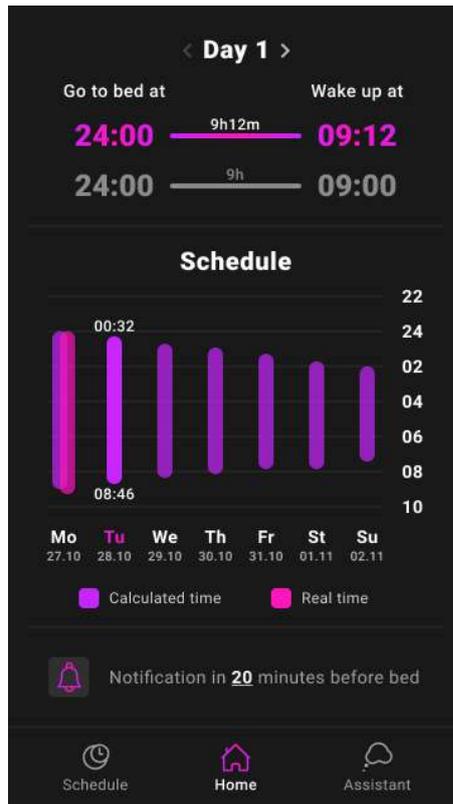


Рисунок 1 – Макет главного экрана мобильного приложения для изменения режима сна

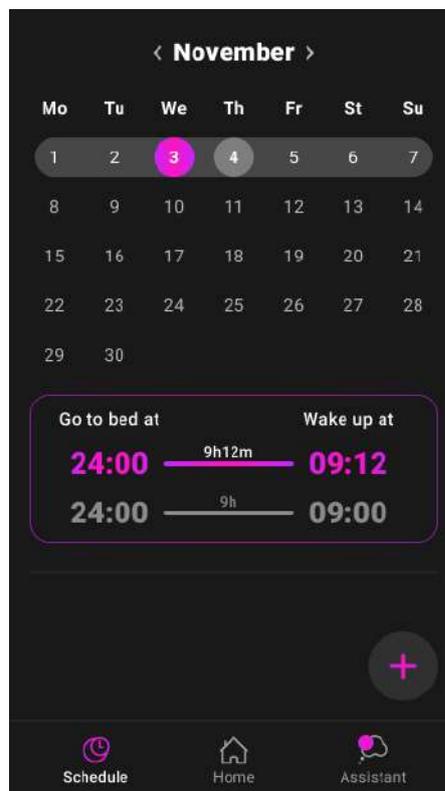


Рисунок 2 – Макет экрана расписания мобильного приложения для изменения режима сна

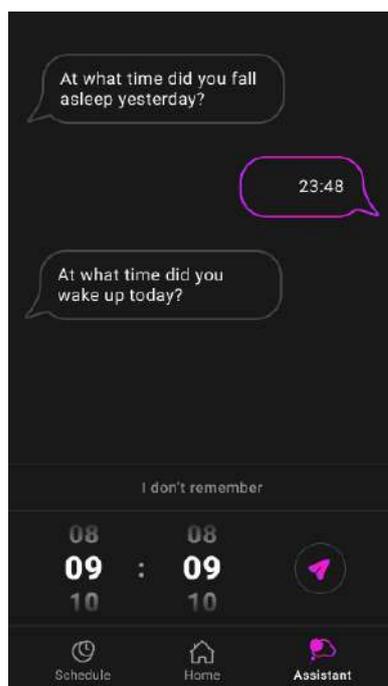


Рисунок 3 – Макет экрана ассистента мобильного приложения для изменения режима сна

Заключение. Система реализована в виде мобильного приложения и включает в себя следующий технологический стек: шаблон проектирования интерфейса *MVP (Model-View-Presenter)* принципы построения качественной архитектуры и кода приложений [4], язык программирования *Kotlin*; база данных *SQLite*, инструменты *Android Views, Gradle, Coroutines, JUnit Jupiter*. Также система соответствует общим архитектурным принципам и рекомендациям построения мобильных приложений от *Google* [5].

Список литературы

1. Эксперимент: как недостаток сна влияет на нашу психику [Электронный ресурс]. – BBC – 2022. – Режим доступа: <https://www.bbc.com/russian/news-41796776>
2. Интересная статистика: смартфоны, соцсети, Интернет [Электронный ресурс]. – Androidinsider – 2013. – Режим доступа: <https://androidinsider.ru/analitika/interesnaya-statistika-smartfony-soczseti-internet.html>
3. Ученые рассказали, как правильно бороться с бессонницей [Электронный ресурс]. – RIA – 2014. – Режим доступа: <https://ria.ru/20190315/1551805748.html>
4. The Clean Architecture [Электронный ресурс]. – Blog.cleancoder – 2012.– <https://blog.cleancoder.com/uncle-bob/2012/08/13/the-clean-architecture.html>
5. Guide to app architecture [Электронный ресурс]. – Android for Developers – 2022. – Режим доступа: <https://developer.android.com/jetpack/guide>

UDC 613.79, 004.514, 004.9

ANDROID MOBILE APPLICATION FOR SLEEP PATTERNS CHANGE AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Danilov V.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Mezhennaya M.M. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. The article contains the relevance and functional tasks of a mobile application for Android operating system for the sleep patterns change and maintain. Feature of the system are ease of use and an informative interface. The developed system will help to change the sleep patterns without stress for the body and maintain it further.

Keywords: mobile application, MVP, Android, sleep, sleep patterns

УДК 004.415.25

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА НА ПЛАТФОРМЕ ANDROID И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ермакович Н.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Воробей А.В. – магистр техн. наук, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Работа содержит алгоритм взаимодействия мобильного приложения и веб-сайта, а также функциональные задачи мобильного приложения для изучения английского языка на платформе Android. Разрабатываемая система позволит автоматизировать и упростить процесс обучения по дисциплине «Английский язык».

Ключевые слова: мобильное приложение для изучения английского языка, эргономическое обеспечение, алгоритм взаимодействия мобильного приложения и веб-сайта

Введение. Процесс обучения является необходимой частью в жизни человека. Использование электронных средств обучения (ЭСО) в образовательном процессе значительно влияет на формы и методы представления учебного материала, характер взаимодействия между обучаемым и педагогом, и, соответственно, на методику проведения занятий в целом [1]. Вместе с тем ЭСО не заменяют традиционные подходы к обучению, а значительно повышают их эффективность, поэтому разрабатываемое мобильное приложение идеально подойдет в качестве электронного средства обучения для изучения английского языка.

Основная часть. Целью работы является разработка мобильного приложения под операционную систему Android для изучения английского языка. Принцип работы мобильного приложения заключается в предоставлении пользователю необходимой информации для изучения дисциплины «Английский язык», а также в изменении и добавлении материала от лица администратора с помощью веб-сайта [2]. Преимуществами мобильного приложения являются автоматизация процесса обучения по дисциплине, оснащение простого интерфейса с понятной функциональностью.

Процесс изучения дисциплины «Английский язык» строится всегда по-разному, но в данном случае, пользователю необходимо установить мобильное приложение. В данном приложении нужно зарегистрироваться. После процесса регистрации открывается возможность просмотра списка тем, который отсортирован и автоматизирован для более лучшего усвоения материала по дисциплине «Английский язык». После изучения темы пользователь может пройти тестирование по данной теме или пройти тестирование по всем пройденным темам, а затем узнать свои ошибки и систематизировать материал.

Процесс администрирования заключается в изменении, добавлении и удалении тем для изучения, а также в проведении тестирования пользователей.

Учитывая разработанный процесс работы системы, а также преимущества и недостатки уже существующих программно-аппаратных комплексов, определены задачи, которые должно решать разрабатываемое мобильное приложение:

1. Предоставлять справочную информацию о программе (текущая версия, информация о программе).
2. Ограничивать допуск испытуемого к некоторым функциям, которые должен выполнять только администратор.
3. Позволять администратору создавать и сохранять на сервере базовые массивы, из которых формируются наборы тем предъявляемых пользователю.
4. Позволять пользователю отправить отчет о работе мобильного приложения разработчикам.

5. Позволять администратору редактировать теоретические сведения.
6. Обеспечивать возможность просмотра преподавателем результатов тестирований, выполненных студентами.
7. Позволять администратору редактировать базу сохраняемых результатов прохождения тестирований пользователей.
8. Проводить регистрацию пользователя мобильного приложения.
9. Проводить авторизацию пользователя мобильного приложения
10. Предъявлять пользователю на дисплее теоретические сведения по конкретной теме, необходимые для усвоения материала.
11. Проводить пробные тестирования для изучения алгоритма тестирования.
12. Последовательно предъявлять на экране дисплея вопросы теста.
13. Сохранять и отправлять результаты прохождения тестирования конкретного пользователя на сервер.
14. Предъявлять на экране результаты выполненного теста.
15. Привязывать к регистрационным данным пользователя результат прохождения тестирований. (для обеспечения поиска по результатам тестирования)
16. Позволять администратору редактировать тесты по темам.
17. Производить администратору поиск по результатам тестирования (обеспечит высокую скорость работы с программой);
18. Ограничивать доступ к программе для неавторизованных пользователей.
19. Предоставлять пользователю возможность прохождения тестирования по всем темам.

Макеты основных окон мобильного приложения представлены на рисунках 1-4.

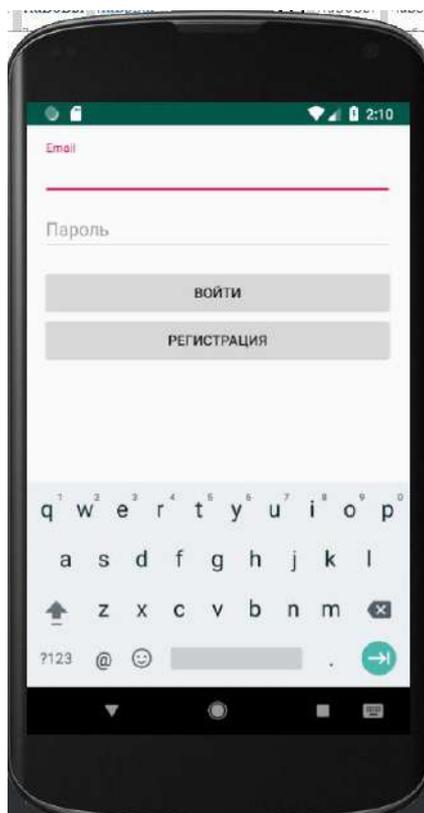


Рисунок 1 – Страница авторизации

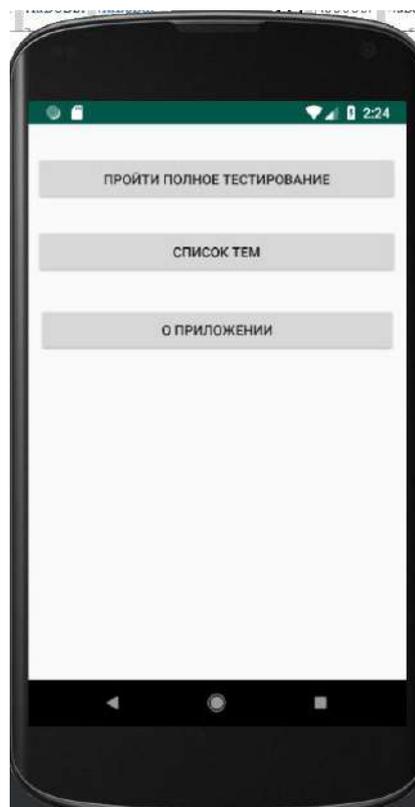


Рисунок 2 – Главное меню приложения

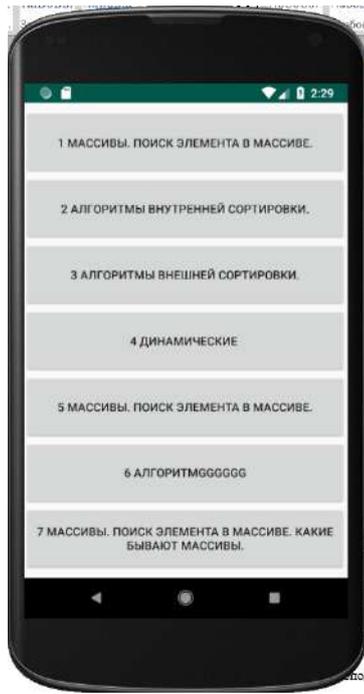


Рисунок 3 – Форма вывода списка тем

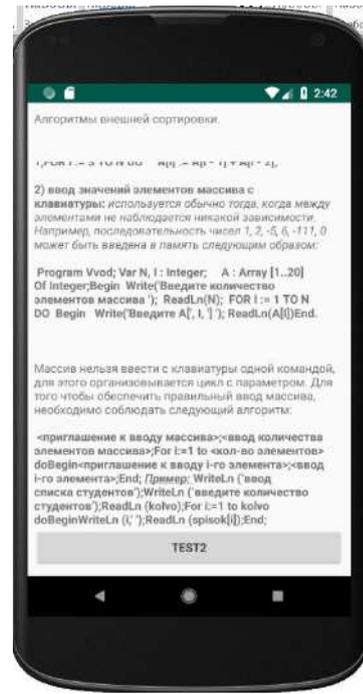


Рисунок 4 – Форма представления темы

Заключение. Система реализована в виде мобильного приложения и веб-сайта. Включает в себя следующий технологический стек: язык программирования Java и PHP, фреймворк *Laravel*, база данных *MySQL*, инструменты *Android Views*, *Gradle*. Также система соответствует общим архитектурным принципам и рекомендациям построения мобильных приложений.

Список литературы

1. Шутейко, И. Г. Эргономическое проектирование систем «человек-компьютер-среда». Курсовое проектирование: учеб.-метод. пособие / И. Г. Шутейко. – Минск : БГУИР, 2012. – 92 с.
2. Гриффитс Д. «Head first». Программирование для Android – 2019. – Vol.1, N 11. – P. 45–61.

UDC 004.415.25

MOBILE APPLICATION FOR LEARNING ENGLISH ON ANDROID AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Ermakovich N.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Vorobey A.V. – master of technical sciences, assistant of the Department of EPE

Annotation. The paper contains the algorithm of interaction between the mobile application and the website, as well as the functional tasks of the mobile application for learning English on the Android platform. The developed system will automate and simplify the learning process in the discipline of "English".

Keywords: mobile application for learning English, ergonomic support, the algorithm of interaction between the mobile application and the website

DEVELOPMENT OF MOBILE APPLICATION «HEALTH JOURNAL»

Mousavi S.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Shcherbina N.V. – master of technical sciences, senior lecture of the department of EPE

Annotation. Thy article describes the relevance and functional tasks of a mobile application for the iOS operating system to automate and simplify the process of health journaling. The main focus is the role of modern technology in ensuring mental health. The developed system will reduce the time, labor, and financial costs of paper-based journaling, as well as ensure the safety and reliability of the process with the possibility of feedback.

Keywords: mental health, mobile application, journaling

Introduction. With billions of smartphone consumers across the world, it is no surprise that the mobile software industry is thriving. App usage and smartphone penetration are still growing at a steady rate, without any signs of slowing down in the foreseeable future. Applications on mobile phones have fundamentally changed every aspect of modern life. Technology has seamlessly integrated its way into day-to-day activities, improving and streamlining them. For instance, health software is created to help organize important health information and analyse the data to help understand changes in health [1].

Main part. The purpose of the development of mobile application «Health Journal» is to help the user understand their state of mental health. The journal collects data from the user’s daily entries and makes it easy to access in a central and secure place. Having a second set of eyes on health data can give the user a peace of mind as it can provide useful information to healthcare providers, namely psychologists, therapists, and counselors.

Prototypes of the project are illustrated below (picture 1):

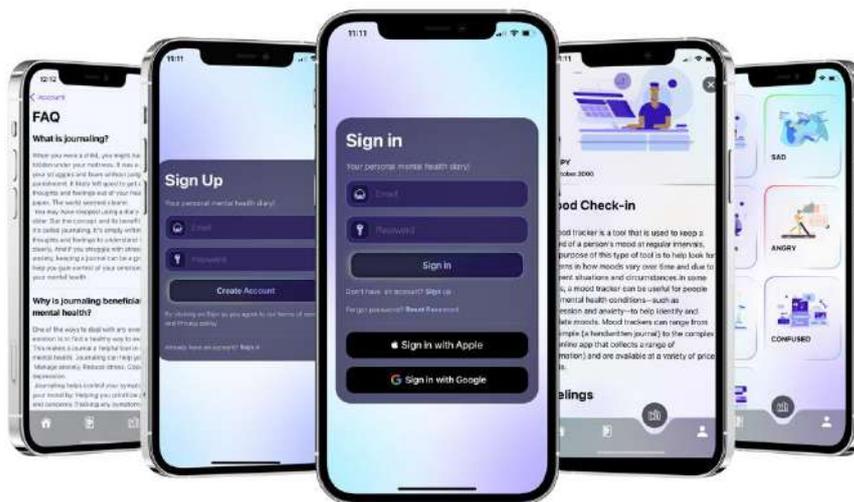


Рисунок 1 – Authentication, registration, entries, entry details and FAQ pages of the application

As stated by the World Health Organization constitution: «Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity» [2]. Dimensions of personal health include five main aspects: physical, emotional, social, spiritual, and intellectual. Mental health is statistically under-prioritised by individuals, due to the common misconception about its importance. Contrary to the common belief, mental health is more than just the absence of mental disorders or disabilities. It refers to cognitive, behavioral, and emotional well-

being; hence, it is fundamental to the collective and individual ability of humans to think, emote, and interact with others. On this basis, the promotion, protection and restoration of mental health can be regarded as a vital concern of individuals, communities and societies throughout the world.

An effective method of striving toward mental stability is journaling as it requires the application of the analytical, rational left side of the brain; while the left hemisphere is occupied, the right hemisphere, known as the creative side, is given the freedom to wander. Allowing creativity to flourish and expand can be cathartic and make a big difference in daily well-being. It is hypothesized that writing works to enhance mental health through guiding the writer towards confronting previously inhibited emotions helping him process various events and compose a coherent narrative about the experiences [3].

Aforementioned mobile application contains hereinafter described features:

- user authentication and registration;
- addition, edit and deletion of personal account data;
- integrated push notification;
- mood tracking;
- addition, edit and deletion of received entry's data;
- integrated push notification;
- customer service and Frequently Asked Questions (FAQ);
- incorporated search feature that helps the user find the data they need;
- data analysis and report download.

All of the pages are specifically blue and purple theme designed with color psychology in mind. Blue calls to mind feelings of calmness or serenity and is often described as peaceful, tranquil, secure, and orderly. It is often seen as a sign of stability and reliability. The effect of purple on the human psyche provides significant benefits to the user or receiver. The calming effect on the autonomic nervous system helps reduce anxiety, slows down the heart rate and regulates breathing. Blood pressure is normalized and the intensity of panic attacks is reduced.

This color helps the user open their subconscious or inner world more easily. Strengthening and expanding awareness, it has a positive effect on memory and attention and helps notice specific details.

A user account model is defined for the purposes of this journal as a system that permits the user to register for an account or profile which uniquely identifies them in the application. Furthermore, such a system provides a way to sign in to a previously-created account (this is often done automatically in subsequent sessions after an account has been created), and in cases of forgotten passwords, recovery is provided. Customarily, in order to create an account, the user will be required to provide identification such as an email address, Google account, or an Apple ID. After registration is complete, the user will have the option of customizing their account by adding their personal information such as name, surname, birthday, and profile picture. Such data also can be added, edited, or deleted later on. The authentication process also allows the user to secure their journal by logging out of their account which helps prevent other users from accessing the system without verifying their credentials.

Upon completion of the registration or authentication process the user gains access to the electric journaling functions such as:

- mood tracking by identifying most frequent emotions in a positive/negative category;
- breaking down the emotions into more granular categories and rating them;
- tracking down triggers by writing down causes of emotions;
- writing down personalized daily notes, which provides an opportunity for positive self-talk;
- naming each entry, with the purpose of recognition of symptoms or triggers that must be prioritized;
- viewing and answering questions commonly asked by mental health professionals;

- receiving weekly, monthly and yearly overviews;
- viewing daily motivational quotes;
- receiving notifications as a reminder for daily check-ins.

The system is designed for the iOS operating system and developed in Xcode, which is Apple's integrated development environment (IDE) for macOS. The technologies implemented include [4, 5]:

– Swift programming language – a safe, fast, open-source, and interactive programming language.

– SwiftUI – a declarative user interface toolkit, which can be used to build UI across all Apple platforms.

– Firebase – a platform developed by Google, which provides detailed documentation and cross-platform SDKs to help build and ship apps on Android, iOS, the web, C++, and Unity.

– CloudKit – the framework which provides interfaces for moving data between the app and the iCloud containers. It is used to store the app's existing data in the cloud so that the user can access it on multiple devices.

– Core Data – a framework that is used to manage the model layer objects in an application. It provides generalized and automated solutions to tasks associated with object life cycle and object graph management, including persistence.

Conclusion. The benefits of journaling have been widely researched and it is evident that keeping a journal is one of the best methods of maintaining activity records. Although a handwritten journal may be better for cognitive and emotional factors, a stylus and touchscreen can also mimic the feel of analog writing. We found, digital journals such as the iOS «Health Journal» are expected to replace paper-based entries, as the benefits such as privacy, durability, portability, analyzability and cost are incomparable.

List of references

1. *The Health App. With a healthy dose of updates.* [Electronic resource]. – Apple – Apple Inc., 2022. – Режим доступа : <https://www.apple.com/by/ios/health/>. – Дата доступа : 22.02.2022.

2. *Mental health: Strengthening our response* [Electronic resource]. – World Health Organization. – WHO, 2022. – Режим доступа : <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-strengthening-our-response>. – Дата доступа : 22.02.2022.

3. *Benefits of Journaling* [Electronic resource]. – PositivePsychology.com – 2022. – Режим доступа : <https://positivepsychology.com/benefits-of-journaling/>. – Дата доступа : 22.02.2022.

4. *Technologies* [Electronic resource]. – Developer – Apple Inc., 2022. – Режим доступа : <https://developer.apple.com/documentation/technologies>. – Дата доступа : 22.02.2022.

5. *The Swift Programming Language* [Electronic resource]. – Apple Books – Apple Inc., 2022. – Режим доступа : <https://books.apple.com/us/book/the-swift-programming-language-swift-5-5/id881256329>. – Дата доступа : 22.02.2022.

УДК 621.3.049.77–048.24 : 537.2

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ «ДНЕВНИК ЗДОРОВЬЯ»

Мусава С.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Щербина Н.В. – магистр техн. наук, старший преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье описаны актуальность и функциональные задачи мобильного приложения для операционной системы iOS по автоматизации и упрощению процесса ведения журнала здоровья. Основное внимание уделяется роли современной технологии в обеспечении ментального здоровья. Разрабатываемая система сократит временные, трудовые и финансовые затраты при ведении дневника, а также обеспечит безопасность и надежность процесса с возможностью обратной связи.

Ключевые слова: психологическое здоровье, мобильное приложение, ведение дневника.

УДК 615.1, 004.514, 004.9

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ПОИСКА ЛЕКАРСТВ ПО АПТЕЧНОЙ СЕТИ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Седач А.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Меженная М. М. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе описаны актуальность и функциональные задачи веб-приложения, предоставляющего возможности поиска лекарств по аптечной сети. Особенности системы являются: открытый доступ к информации о препаратах, которые находятся в аптеках, возможность найти инструкцию, состав и описание препарата, а также осуществить поиск с помощью расширенного фильтра по действующему веществу, стране производства, форме выпуска препарата и другим параметрам. Система предоставляет список аналогов, подсказки при вводе поисковой информации и обратную связь при пользовательских ошибках.

Ключевые слова: веб-приложение, поиск лекарств, фармакология, аптечная сеть

Введение. Время и здоровье – это одни из самых важных и невозполнимых ресурсов человека. В современном мире темп жизни, особенно в крупных городах, очень стремительный: чтобы быть продуктивным на протяжении всего дня и достигать поставленных целей необходимо эффективно использовать свое время. В связи с этим актуальным является быстрый и качественный поиск необходимого лекарства или его аналога.

Основная часть. Целью данной работы является разработка веб-приложения поиска лекарств по аптечной сети и его эргономическое обеспечение.

Объектом является веб-приложение, разработанное на языке программирования C# с подключением базы данных для хранения информации о препаратах и аптеках (*SQL Server*) [1]. Клиентская часть информационной системы реализуется с использованием средств доступа к данным *ADO.NET* и *Entity Framework*. Структура информационной системы представлена на рисунке 1.

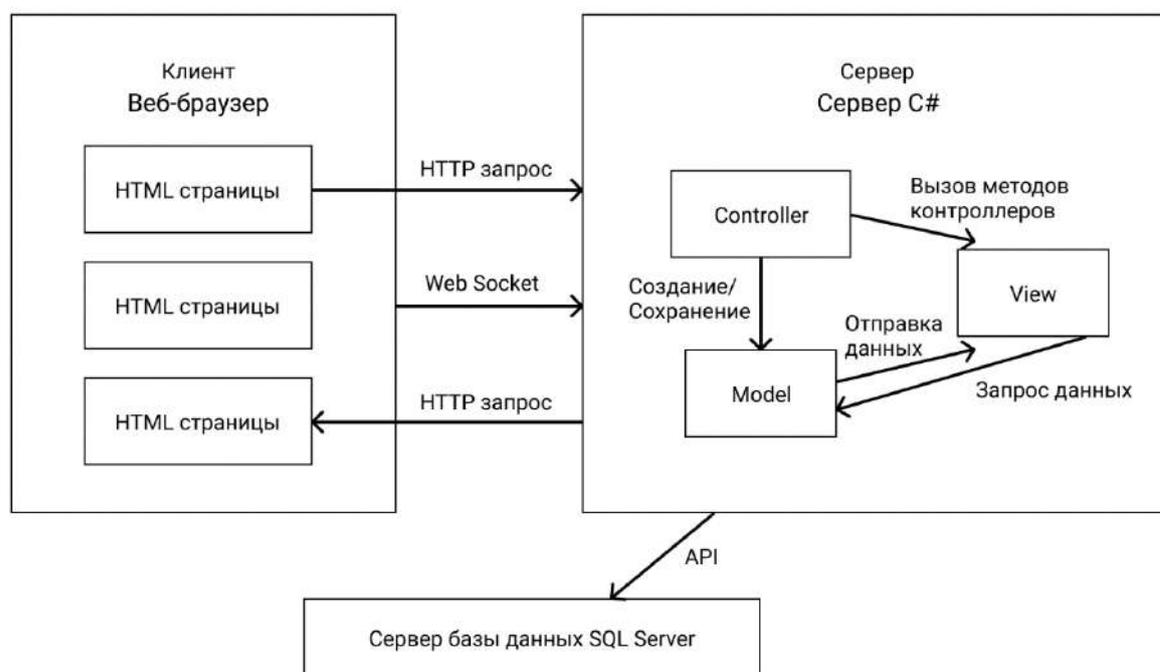


Рисунок 1 – Структура информационной системы поиска лекарств по аптечной сети

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

- произведен анализ предметной области и существующих технологий разработки информационной системы;
- спроектированы базы данных;
- создан эргономичный интерфейс;
- разработан программный код и подключена база данных;
- выполнено тестирование приложения.

Главная страница веб-приложения отображена на рисунке 2.

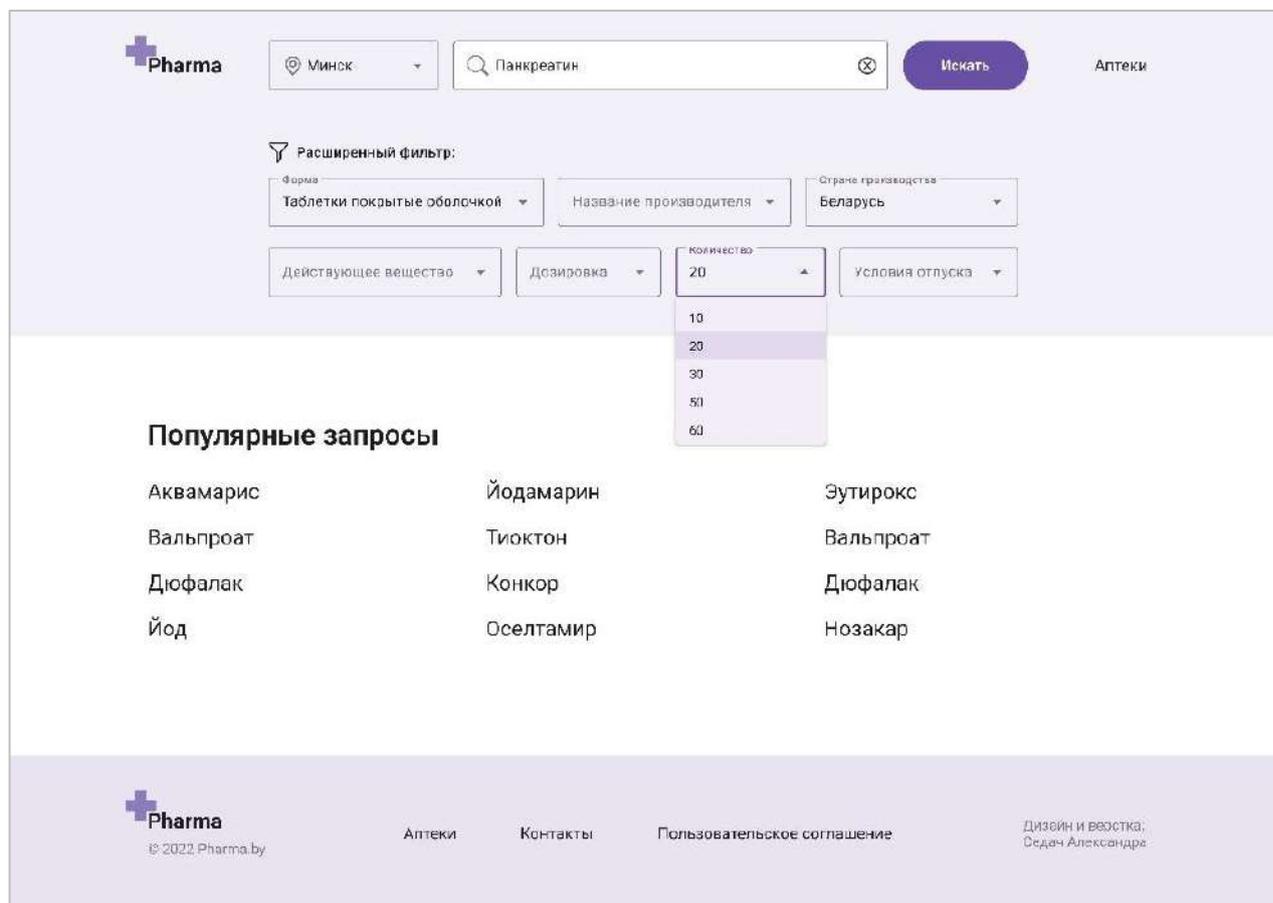


Рисунок 2 – Главная страница информационной системы поиска лекарств по аптечной сети

Для разработанного веб-ресурса предусмотрены 2 роли, которые позволяют получить доступ к приложению: пользователь и администратор.

Основные функциональные возможности пользователя:

- поиск товара по наименованию и расширенному фильтру;
- отображение списка товаров и аптек, которые соответствуют введенным для поиска данным;
- сортировка отображенных данных по стоимости и наименованию;
- размещение подробной информации о препарате (состав, инструкция, особенности);
- поиск и просмотр аптек на карте города;
- обратная связь при введенных неверных данных;
- предоставление аналогов по препарату, который введен для поиска.

Функциональные возможности администратора:

- добавление препарата и точек его размещения;
- редактирование информации о препарате и точках его размещения;
- удаление препарата и точек его размещения;
- добавление, редактирование и удаление аптек.

Для реализации поставленных задач была выбрана архитектура клиент-серверной системы. Архитектура клиент-сервер предназначена для разрешения проблем файл-серверных приложений путем разделения компонентов приложения и размещения их там, где они будут функционировать наиболее эффективно. Особенностью архитектуры клиент-сервер является использование выделенных серверов баз данных, понимающих запросы на языке структурированных запросов *SQL* и выполняющих поиск, сортировку и агрегирование информации.

Заключение. Разработанный веб-ресурс поиска лекарств по аптечной сети имеет ряд преимуществ:

- расширенный фильтр при вводе наименования товара;
- предоставление аналогов препарата;
- подсказки при поиске нужного лекарства;
- обратная связь при введенных неверных данных, а также осуществлены действия для предотвращения возможных ошибок;
- поиск аптек по карте города (что существенно ускоряет поиск товаров в отличие от поиска по списку, даже если информацию в нем можно отсортировать [2]).

Список литературы

- 1.Руководство по проектированию реляционных баз данных (1-3 часть из 15) [Электронный ресурс]. – *Habr* – 2006. – Режим доступа : <https://habr.com/ru/post/193136/>.
2. Мюллер Д.П. С# для чайников / Д.П. Мюллер – Москва: Диалектика-Вильямс, 2019. – 532 с.

UDC 615.1, 004.514, 004.9

WEB APPLICATION FOR MEDICAMENT SEARCH IN PHARMACY NETWORK AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Sedach A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Mezhennaya M.M. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. The article describes the relevance and functional tasks of the web application for medicament search in pharmacy network. The features of the system are open access to information about medicaments in pharmacies, the ability to find instructions, composition and description of the medicament, as well as to search using an advanced filter for the active substance, country of manufacture, form of release and other parameters. The system provides a list of analogues, hints for entering search information and feedback on user errors.

Keywords: web application, search for medicaments, pharmacology, pharmacy network

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРОЦЕССА ПРОДАЖИ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Хлуд И.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Щербина Н.В. – магистр техн. наук, старший преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье рассматривается разработка программного приложения как для операционной системы *iOS*, так и *Android*, которое позволит оптимизировать и автоматизировать систему интернет-магазина с помощью мобильного приложения. Создание данного интернет-магазина позволит продвигать и продавать электронные устройства, уменьшить издержки на рекламу и приобрести дополнительный рынок сбыта своего товара, расширить клиентскую аудиторию и, как следствие, увеличение прибыли.

Ключевые слова: технология, мобильное приложение, электронное устройство

Введение. Мобильный сегмент рынка активно развивается, а появление и развитие таких платформ как *iOS* и *Android* меняют правила игры и заставляют по-новому взглянуть на бизнес с позиции целых отраслей. Нашему поколению теперь удобно не только использовать мобильные устройства для серфинга по Интернету, но и оплачивать с их помощью покупки, услуги и решать множество других повседневных задач. Игнорировать потенциал мобильной аудитории однозначно не стоит. Это чревато потерей доли рынка и снижением уровня продаж в долгосрочной перспективе. При этом стоит принимать во внимание тот факт, что адаптивный дизайн является не единственным способом решения задачи. Еще один вариант – создание мобильного приложения для сайта интернет-магазина.

Веб-сайты, дизайн которых разработан с использованием адаптивной верстки, имеют явное преимущество в плане стоимости разработки, охвата аудитории и возможности просмотра на всех мобильных платформах и устройствах. Приложения, в свою очередь, устанавливаются непосредственно на смартфон или планшет пользователя, что потенциально обеспечивает интерактивность и более высокий уровень вовлечения клиентов.

Для создания качественного приложения для автоматизации системы интернет-магазина необходимо учитывать предпочтения пользователей. В связи с этим, необходимо реализовать такое приложение, которое позволит:

- хранить полную информацию о приобретаемом товаре;
- реализовать поиск товаров по личным предпочтениям пользователей;
- увеличить клиентскую базу производителей за счёт оптимизации функции заказов и упростить покупку товаров.

Основная часть. Объектом исследования для данной работы является система интернет-магазина.

Предметом исследования является автоматизация системы приобретения товаров в интернет-магазине.

Целью проекта является разработка автоматизированной системы интернет-магазина с помощью мобильного приложения.

Для реализации поставленной цели выполняется ряд задач:

- создание абстрактной модели системы, при помощи *UML*-диаграмм;
- описание бизнес-процесс работы клиентского приложения (*IDEFO*);
- разработка мобильного приложения интернет-магазина;

– выполнение отладки ошибок, обнаруженных в процессе разработки.

На рисунке 1 представлена диаграмма вариантов использования для клиента и администратора. Она обеспечивает высокоуровневое описание того, что система в состоянии сделать, и с кем (или чем) она будет взаимодействовать.

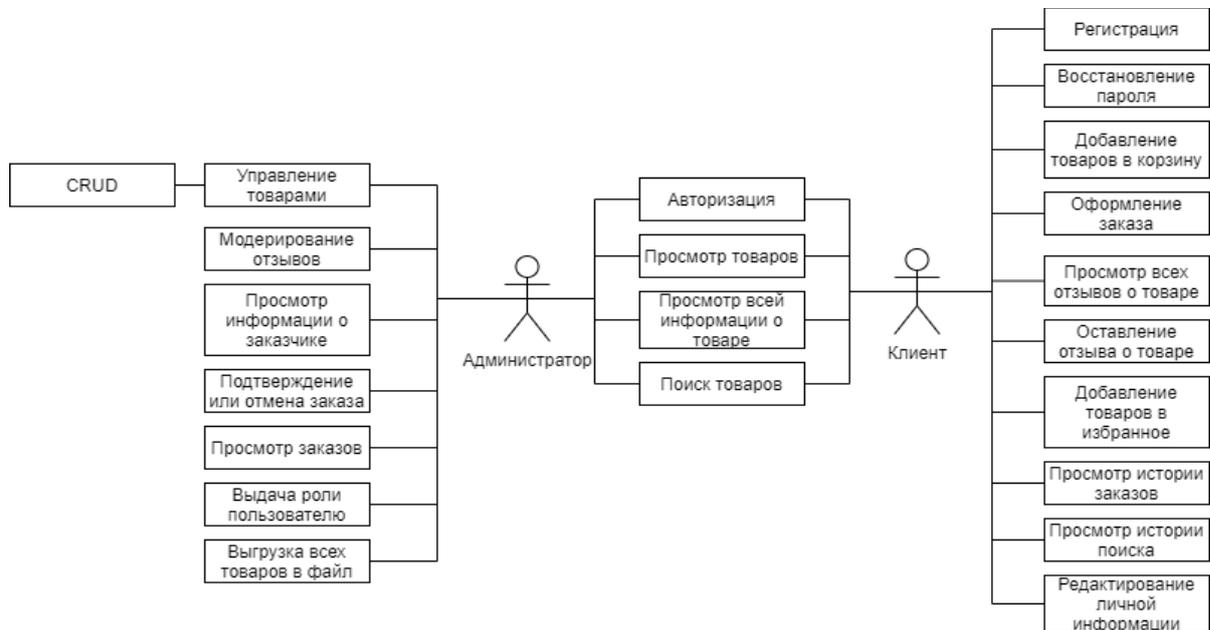


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования для клиента и администратора

Субъектами системы являются клиент и администратор.

Каждый клиент должен пройти процесс авторизации либо регистрации.

Администратор может только авторизоваться. Администратор и клиент могут просмотреть каталог товаров. Клиенту доступны действия с корзиной: просмотреть свою корзину, добавить товар в корзину, удалить товар из корзины и оформить заказ. Также клиент может просмотреть историю своих заказов. Также есть возможность регистрации и восстановления пароля, оставление отзыва о товаре, добавление товаров в избранное, редактирование личной информации.

Администратор может выдавать роль администратора любому пользователю. Ему доступна работа с товарами: просмотреть товары, добавить товар, отредактировать товар и удалить товар. Администратор может осуществлять работу с заказами: просматривать заказы и изменять статус заказов. Он может работать с отзывами: одобрять или отклонять их.

Также при необходимости может выгрузить всю информацию о товарах в текстовый файл.

Смоделировав диаграмму вариантов использования, получаем полное графическое представление вариантов использования нашей системы.

Приложение для данного проекта разработано на языке программирования *JavaScript* с использованием библиотеки *React* и фреймворка *React Native*.

JavaScript (часто просто *JS*) – это легковесный, интерпретируемый или *JIT*-компилируемый, объектно-ориентированный язык с функциями первого класса. Наиболее широкое применение находит как язык сценариев веб-страниц, но также используется и в других программных продуктах, например, *node.js* или *Apache CouchDB*.

React (иногда *React.js* или *ReactJS*) – JavaScript-библиотека с открытым исходным кодом для разработки пользовательских интерфейсов. *React* разрабатывается и поддерживается *Facebook*, *Instagram* и сообществом отдельных разработчиков и корпораций. Его цель – предоставить высокую скорость, простоту и масштабируемость.

React Native – это JS-фреймворк для создания нативно отображаемых *iOS*- и *Android*-приложений. В его основе лежит разработанная в *Facebook* JS-библиотека *React*, предназначенная для создания пользовательских интерфейсов. Но вместо браузеров она ориентирована на мобильные платформы. Иными словами, если вы веб-разработчик, то можете использовать *React Native* для написания чистых, быстрых мобильных приложений, не покидая комфорта привычного фреймворка и единой кодовой базы *JavaScript*.

Вывод. Для заявленного функционала системы мобильного приложения интернет-магазина разработана база данных, в которой организовано хранение данных пользователей, товаров, содержимого корзины покупок и данных о заказах, что позволяет обеспечить быстрый доступ к данным и их систематизацию.

Список литературы

1. Браун, Этан. Изучаем JavaScript: руководство по созданию современных веб-сайтов / Этан Браун. – 3-е изд. : Пер. с англ. – СПб. : ООО «Альфа-книга», 2017. – 368 с.
2. Бэнкс, Алекс. *React* и *Redux*: функциональная веб-разработка / Алекс Бэнкс, Ева Порселло. – СПб. : Питер, 2018. – 336 с.
3. Айзенман, Бонни. *Learning React Native: Building Native Mobile Apps with JavaScript* / Бонни Айзенман. – O'Reilly Media, 2017. – 242 с.
4. MDN [Электронный ресурс] – Веб-технологии для разработчиков. – Mozilla Corporation's, 1998. – Режим доступа : <https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript>. – Дата доступа : 12.01.2022.
5. PostgreSQL [Электронный ресурс] – PostgreSQL: The World's Most Advanced Open Source Relational Database. – The PostgreSQL Global Development Group, 1996. – Режим доступа : <https://www.postgresql.org/docs/>. – Дата доступа : 12.01.2022.
6. Learn JavaScript [Электронный ресурс]. – Современный учебник JavaScript. – Илья Кантор, 2007. – Режим доступа : <https://learn.javascript.ru/screencast/nodejs>. – Дата доступа: 12.01.2022.
7. Redux [Электронный ресурс]. – Redux. A Predictable State Container for JS Apps. – Dan Abramov and the Redux documentation authors, 2015. – Режим доступа : <https://redux.js.org/>. – Дата доступа : 12.01.2022.
8. JavaRush [Электронный ресурс]. – Чтобы стать программистом, нужно программировать. – JavaRush, 2022. – Режим доступа : <https://javarush.ru/groups/posts/2486-obzor-rest-chastjh-1-chto-takoe-rest>. – Дата доступа : 12.01.2022.
9. Coursera [Электронный ресурс]. Coursera. Учиться без ограничений. – Coursera Inc., 2022. – Режим доступа : <https://www.coursera.org/>. – Дата доступа : 12.01.2022.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

AUTOMATED SYSTEM FOR THE SALE OF ELECTRONIC DEVICES

Khlyud I.V.

Belarusian State University of Informatics and Radio electronics, Minsk, Republic of Belarus

Shcherbina N.V. – master of technical sciences, senior lecture of the department of EPE

Annotation. The article discusses the development of a software application for both the *iOS* and *Android* operating systems, which will optimize and automate the online store system using a mobile application. The creation of this online store will allow you to promote and sell electronic devices, reduce advertising costs and acquire an additional market for your goods, expand the customer audience and, as a result, increase profits.

Keywords: technology, mobile application, electronic device

УДК 004.4+373.22

ОБРАЗОВАТЕЛЬНО-РАЗВИВАЮЩЕЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Лисенков Д.Ю.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Щербина Н.В. – магистр техн. наук, старший преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. Научно доказано, что дети дошкольного возраста, с которыми, кроме как в детском саду, занимались родители или педагоги, легче обучаются и развиваются в будущем в начальной школе и в дальнейшей жизни в целом, чем те дети, с которыми дополнительно не занимались. Исходя из этого была предложена разработка образовательно-развивающего приложения, которое призвано помочь детям.

Ключевые слова: дошкольное образование, развивающее приложение, обучающие игры

Введение. Каждый человек хочет жить в развитой и современной стране. Для этого необходимо, чтобы население этой страны соответствовало данным требованиям. Чем лучше мы начнем обучать своих детей, тем лучше будет их будущее и будущее всей страны в целом.

Любому ребенку нужно дошкольное образование, чтобы он мог комфортно себя чувствовать в начальной школе, средней школе, университете, на работе и в дальнейшей жизни ему было легко приспосабливаться. Однако не каждый ребенок дошкольного возраста хочет учиться. Многие дети хотят только гулять, веселиться и отдыхать.

Для того, чтобы решить эту проблему, и разрабатывается образовательно-развивающее приложение. Данное приложение не просто будет предоставлять функционал для обучения, оно будет предоставлять его в веселой и игровой форме. Приложение будет простым и интуитивно понятным, что вызовет интерес у детей и будет способствовать их развитию и обучению.

Основная часть. Приложение написано на языке программирования Java с использованием клиент-серверной архитектуры. Структура архитектуры приложения представлена на рисунке 1.

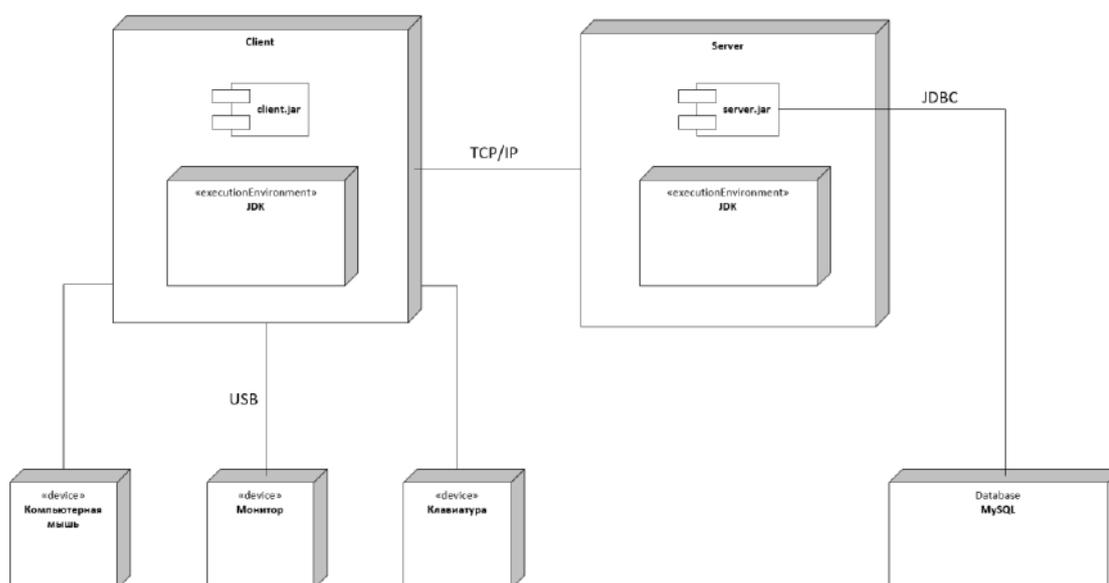


Рисунок 1 – Структура архитектуры приложения

В качестве сервера выступает разработанное программное обеспечение, использующее JDK как среду окружения и взаимодействующее с базой данных *MySQL* с помощью *JDBC* драйвера.

Клиентская часть – это графический интерфейс, разработанный как оконное приложение. Эта часть использует *JDK* и платформу *JavaFX*.

При разработке приложения необходимо решить следующие задачи:

- обеспечить обширный функционал для обучения;
- реализовать простой, понятный и удобный интерфейс.

Основным функционалом приложения являются небольшие игры, способствующие развитию логики и мышления. Также в приложении есть задания на тренировку и развитие памяти.

Игры подразделяются на возрастные категории. Приложение позволяет выбрать возраст ребенка.

Приложение для обучения использует картинки, рисунки, фигуры, цифры, буквы, а также аудио-фрагменты.

Приложение сделано достаточно простым, чтобы ребенок мог самостоятельно без посторонней помощи обучаться и играть одновременно.

Заключение. Разработанное приложение использует современные языки программирования, а также методы разработки, платформы и библиотеки. Они обладают хорошей совместимостью, что значительно повышает его производительность.

При разработке особое внимание было уделено графической части приложения, так как визуализация помогает легче воспринимать и усваивать материал. Оно является простым и понятным, а также очень полезным в образовательных целях, что на данный момент является очень важным фактором.

Преимуществом приложения является его простота, интересный и увлекательный функционал. Совместное использование и графического, и аудио материала существенно облегчает обучение.

Список литературы

1. Гослинг, Дж. Язык программирования Java / Дж. Гослинг, Б. Джой. – 3-е изд. – М. : Вильямс, 2001г. – 624 с.
2. Блох, Д. Java. Эффективное программирование / Д. Блох. – М. : Лори, 2002. – 224 с.
3. Бьюли, А. Изучаем SQL / А. Бьюли. – Москва: «O'Reilly», 2007г. – 311 с.
4. Habr / Клиент-серверная архитектура в картинках [Электронный ресурс] / – Habr – 2006. – Режим доступа : <https://habr.com/ru/post/495698/>. – Дата доступа : 09.03.2022.
5. PSYCHOLOGIES [Электронный ресурс] / – Сетевое издание «Psychologies.ru – официальный сайт журнала Psychologies (Психолоджис)», 2006. – Режим доступа : <https://www.psychologies.ru/roditeli/children/detskie-prilozeniya-dlya-tvorchestva/>. – Дата доступа : 09.03.2022.
6. Unisafe Kids [Электронный ресурс] / – Unisafe Kids – 2018. – Режим доступа: <https://kids.usafe.ru/blog/razvivayushchie-prilozeniya-dlya-detey-vse-o-polze-ikh-ispolzovaniya/>. – Дата доступа: 09.03.2022.

UDC 004.4+373.22

EDUCATIONAL APP FOR PRESCHOOL CHILDREN

Lisenkov D.Y.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Shcherbina N.V. – master of technical sciences, senior lecture of the department of EPE

Annotation. It has been scientifically proven that children of preschool age, with whom, except in kindergarten, were attended by parents or special teachers, it is easier to learn and develop in the future in primary school and later in life in general than those children with whom additional weren't doing. Based on this, the development of an educational and developmental application was proposed, which is designed to help children.

Keywords: preschool education, educational app, learning games

УДК 621.3.049.77–048.24 : 537.2

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ «IT-BOARD ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ»

Вяль Д.Ю.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Бушик А.С. – магистр техники и технологии, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье описаны актуальность и функциональные задачи веб-приложения по управлению IT- проектами. Основное внимание уделяется роли современных приложений в упрощении ведения разработки продуктов и проектов. Разрабатываемая система сократит временные, трудовые и финансовые затраты при разработке, а также обеспечит прозрачность и надежность процесса с возможностью упрощенного управления командой.

Ключевые слова: разработка проектов, веб- приложение, управление командой

В наше время информационные технологии все больше и больше становятся неотъемлемой частью в жизни человека. Благодаря им человек может справляться практически с любой задачей и удовлетворять свои потребности. Кто-то пользуется технологиями в развлекательных целях, кто-то для учебы, работы и так далее. У каждого из нас сформировался свой список приложений, которые мы используем повседневно в своих телефонах, планшетах, компьютерах. Однако, эти приложения не могут появляться и существовать сами по себе: их нужно постоянно поддерживать для обеспечения актуальности, исправлять различные недостатки. Но как это сделать, при этом выстраивая аккуратное планирование и внедрение нового функционала?

Для разработки и поддержки программного обеспечения современная IT-сфера создала и реализовала собственные стандарты, базируясь на которых можно эффективно управлять рабочим процессом. Это называется методологией. Наибольшую актуальность на настоящий момент времени приобрели методологии семейства *Agile*. Это обобщающий термин для целого ряда подходов и практик, основанных на ценностях манифеста гибкой разработки программного обеспечения и двенадцати принципах, лежащих в основе данного семейства.

Задачей моего приложения является создание такого программного продукта, в котором сделан приоритет на наиболее востребованные *Agile*-методологии, такие как *Scrum* и *Kanban*. В данных методологиях в течении определенных периодов времени, называемых эпиками и спринтами, должен быть реализован новый функционал, а также поставленные задачи. Эпики являются более глобальными и включают в себя спринты. Участники команд смогут легко и быстро работать над своими поставленными задачами, а менеджеры эффективно управлять рабочим процессом.

Целью данного проекта является разработка веб-приложения, позволяющего управлять IT-проектами, их созданием, редактированием, поддержкой, а также управление командами, отдельными ее участниками, работающими над проектами, и задачами, стоящими над каждым членом команды.

Также были поставлены такие задачи, как:

- проектирование и разработка структуры базы данных;
- проектирование пользовательского интерфейса клиента;
- реализация алгоритма сохранения истории изменения задач;
- разработка серверной части проекта;
- разработка клиентской части проекта
- проведение модульного тестирования.

Веб-приложение разрабатывается при помощи фреймворка *ASP .Net Core 3.1* с использованием языка программирования *C#*, а также языка программирования *JavaScript* и библиотеки *React* с поддержкой языка *TypeScript*.

Целью программного средства, реализуемого в проекте, является возможность для заказчиков создавать и управлять процессом разработки и поддержки своих проектов, а также возможность управления командой, работающей над данным проектом. Помимо этого, приложение должно позволять заказчику просматривать статистику проделанной работы за определенный промежуток времени.

Проект должен обладать следующими задачами:

- сохранение рабочей информации в централизованной базе данных;
- создание пользователей с заданными ролями и их позициями в команде;
- создание новых проектов;
- создание задач и распределение их по исполнителям;
- просмотр истории изменения задачи;
- оценка приоритета выполнения задачи;
- просмотр статистики выполнения задач проекта за указанный период.

Список литературы

1. *Rally Board* [Электронный ресурс] / – *Rally Broadcom* – 2017. – Режим доступа: <https://www.broadcom.com/> – Дата доступа: 23.02.2022.
2. *Rally Board* [Электронный ресурс] / – *Rally Broadcom* – 2020. – Режим доступа: <https://www.broadcom.com/> – Дата доступа: 23.02.2022..
3. *YouTrack* [Электронный ресурс] / – *JetBrains YouTrack* – 2016. – Режим доступа: <https://www.jetbrains.com/youtrack/> – Дата доступа: 23.02.2022..
4. *ASP .Net Core* [Электронный ресурс] / – *ASP* – 2013. – Режим доступа: <https://metanit.com/sharp/aspnet5/> – Дата доступа: 23.02.2022.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

DEVELOPMENT OF WEB APPLICATION «IT-BOARD FOR PROJECT MANAGEMENT»

Vial D.Y.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Bushik A.S. – master of engineering and technology, senior lecture of the department of EPE

Annotation. The article describes the relevance and functional tasks of a web application for project management. The main focus is the role of modern technology in ensuring mental health. The developed system will reduce the time, labor, and financial costs of paper-based journaling, as well as ensure the transparency and reliability of the process with the possibility of team's management.

Keywords: development of IT projects, web application, team management

УДК 372.862

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ КУРСОВ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Кукса А.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: Карпович Е. Б. – магистр техники и технологии, старший преподаватель
кафедры ИПиЭ*

Аннотация. Повышение эффективности функционирования веб-приложения неразрывно связано с его эргономическим проектированием. Обеспечение удобства и комфортных условий для деятельности пользователей веб-приложения образовательных услуг, эргономичности процесса их взаимодействия выражается как в автоматизации ряда операций, так и включением дополнительных функций (фильтрация, тестирование и др.).

Ключевые слова: Веб-приложение образовательных курсов, показатели эффективности, эргономическое обеспечение

Введение. Целью работы является разработка веб-приложения образовательных курсов, позволяющее повысить эффективность и эргономичность процесса использования приложения.

Основная часть. Разработанное веб-приложение образовательных курсов предоставляет возможность избавить менеджеров от рутинных операций при записи студентов, снижает временные затраты, связанные с ответами на однотипные вопросы от пользователей, а также ведение таблиц с данными записавшихся студентов. Автоматизированное хранение и обработка данных студентов делает работу менеджера образовательных курсов эффективнее.

При создании веб-приложения были выделены следующие показатели эффективности:

- автоматизация работы менеджеров;
- повышение производительности труда менеджеров;
- улучшение взаимодействия с пользователями.

Указанные показатели отражают цель – создание веб-приложения образовательных курсов, позволяющее повысить эффективность и обеспечить эргономичность процесса взаимодействия пользователей (как менеджеров, так и людей, желающих воспользоваться образовательными услугами). Таким образом, разработанное приложение призвано помочь потенциальным и реальным студентам определиться с направлением курса, получать всю необходимую информацию о курсе, читать статьи на интересующие темы; повысить производительность труда менеджеров; рационально организовать обратную связь [1]; увеличить степень удовлетворенности всех пользователей.

Для достижения поставленной цели были реализованы следующие задачи:

- выполнен аналитический обзор научной и технической литературы по проблемам эргономического проектирования и оценки образовательных информационных систем;
- осуществлен сравнительный анализ аналогичных веб-приложений;
- определены основные направления автоматизации в рамках темы проекта;
- разработаны эргономические требования для оптимизации деятельности пользователей;
- выполнено проектирование веб-приложения образовательных курсов с учетом эргономических требований.

Существующие аналоги приложения, как правило, не обладают набором следующих функций: фильтр курсов по направлению, продолжительности, стоимости; фильтр статей по темам; наличие профориентационного теста для пользователей, которые не до конца уверены

в своем выборе; подписка на рассылку новостей. Разработанное веб-приложение предоставляет полный, по сравнению с аналогами функционал, что является его существенным преимуществом.

Прототип приложения, отображающий прохождение профориентационного теста, представлен на рисунке 1.

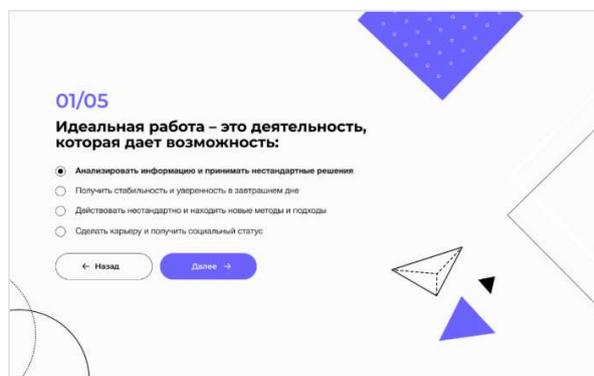


Рисунок 1 – Прохождение профориентационного теста

Вопрос повышения эффективности функционирования системы неразрывно связан с ее эргономическим проектированием. Именно эргономическое проектирование обеспечивает удобство и комфортные условия для эффективной деятельности пользователей и, соответственно, эффективное функционирование всей системы в целом [2]. А это, в свою очередь, будет положительно влиять на сохранение здоровья и развитие личности пользователей системы.

Заключение. В результате эргономического проектирования были определены функции проектируемой системы, выполнено их распределение между исполнителями, разработаны алгоритмы работы пользователей, сформулированы эргономические требования к пользовательскому интерфейсу, разработаны эскизы его экранных форм, а также проведена оценка его эргономичности.

Список литературы

1. Карпович Е.Б. Совершенствование составляющих элементов системы дистанционного обучения // Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века : материалы XI международной научно-методической конференции. – Минск : БГУИР, 2019. – С. 139.
2. Шунейко И.Г. Эргономическое проектирование систем «человек-компьютер-среда». Курсовое проектирование : учеб. – метод. пособие / И. Г. Шунейко. – Минск : БГУИР, 2012. – 92с.

UDC 372.862

WEB-APPLICATION OF EDUCATIONAL COURSES AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Kuksa A. A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Karpovich E. B. – master of engineering and technology, senior lecture of the department of EPE

Annotation. Improving the efficiency of web-application function is inextricably linked to its ergonomic support. Providing convenience and comfortable conditions for the activities of users of web applications of educational services, the ergonomics of their interaction are expressed both in automatic operation management and the inclusion of additional functions (filtering, testing, etc.).

Keywords: Web-application of educational courses, performance indicators, ergonomic support

УДК 613.79, 004.514, 004.9

ОБУЧАЮЩАЯ ПРОГРАММА «ЧЕЛОВЕК И МИР» И ЕЁ ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Савостьянов И.Н.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Розум Г. А. – магистр техники и технологии, старший преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе рассматривается процесс эргономического проектирования программы, раскрывается актуальность и преимущества разрабатываемой системы.

Ключевые слова: программа, обучение, приложение

Введение. Обучающая программа – полное описание процесса обучения, содержащее учебный материал, задания, необходимые для его усвоения, и указания по их выполнению и контролю.

Обучающая программа составляет основу программированного обучения. Как правило, обучающая программа оформляется в виде совокупности относительно небольших разделов учебного материала, заканчивающихся контрольными вопросами, заданием или указанием обучаемому относительно его дальнейших действий.

Целью проекта является формирование знаний о растительном и животном мире Беларуси, а также повышение интереса к обучению у пользователей на основе разработки эргономичного приложения, предоставляющего функции по изучению, запоминанию и усвоению информации, а также прохождению контрольного теста. Объектом исследования в данной работе является обучающая программа, а предметом исследования – технологии разработки обучающих программ и принципы проектирования эргономичных пользовательских интерфейсов [1].

При разработке проекта используются операционная система *Windows*, язык программирования *C#*, а также среда разработки *Unity*.

Основная часть. Разработанный проект является обучающей программой для формирования новых знаний о растительном и животном мире Беларуси, а также для формирования личной ответственности за сохранение природы, разумного отношения к природным богатствам и бережного отношения к ним.

Разработанная обучающая программа предусматривает, кроме базовых функций изучения информации и прохождения контрольного теста, воспроизведение всех необходимых звуковых эффектов, а также возможность изучения объекта со всех сторон.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи:

- исследовать существующие аналоги для данного проекта;
- разработать эргономические требования для оптимизации структуры приложение-пользователь;
- выполнить проектирование и реализацию приложения, с учетом эргономических требований;

Для достижения поставленных задач разработан следующий функционал приложения:

- просмотр информации о животных и растений;
- просмотр информации по управлению;
- прохождение контрольного теста;
- свободное перемещение по всей карте;
- восприятие всех звуковых эффектов.

В ходе выполнения эргономического проектирования [2], разработаны алгоритмы работы пользователя, диаграмма вариантов использования, структурная схема

взаимодействия пользователей со средой на рабочем месте, определены эргономические требования к информации, предъявляемой пользователю, составлен сценарий информационного взаимодействия пользователя и компьютера, проведена эргономическая оценка пользовательского интерфейса.

На рисунке 1 представлена диаграммы вариантов использования обучающей программы.

На рисунке 2 представлено игровое окно с получаемой информацией об объекте животного мира.

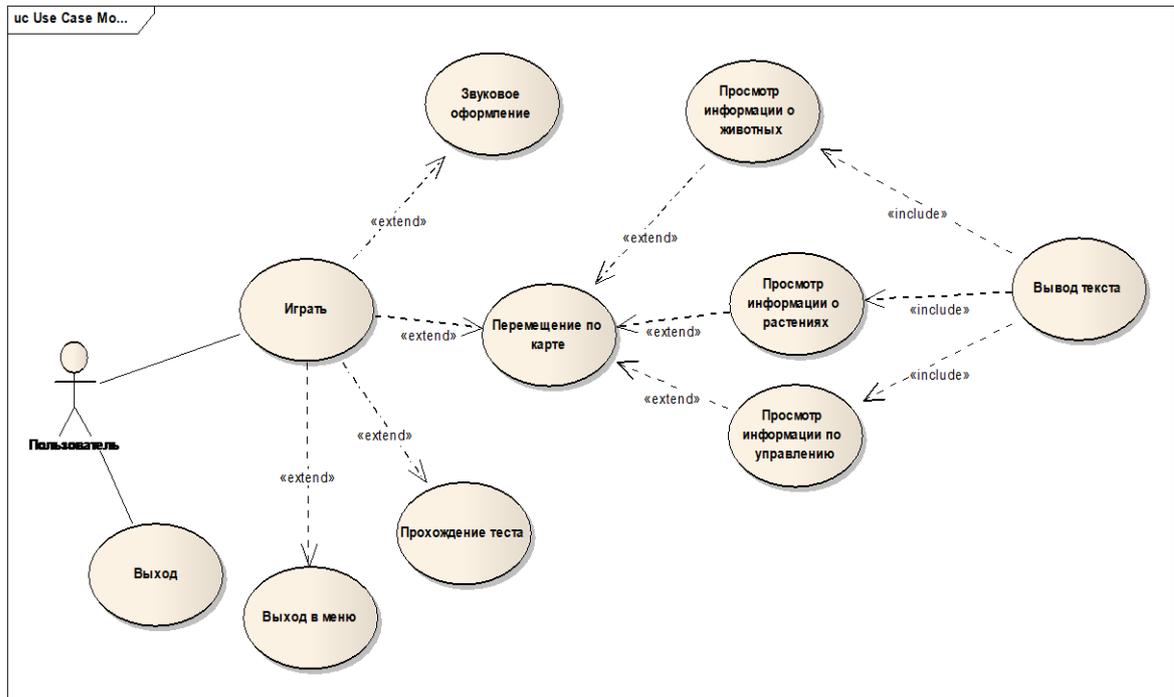


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования обучающей программы «Человек и мир»

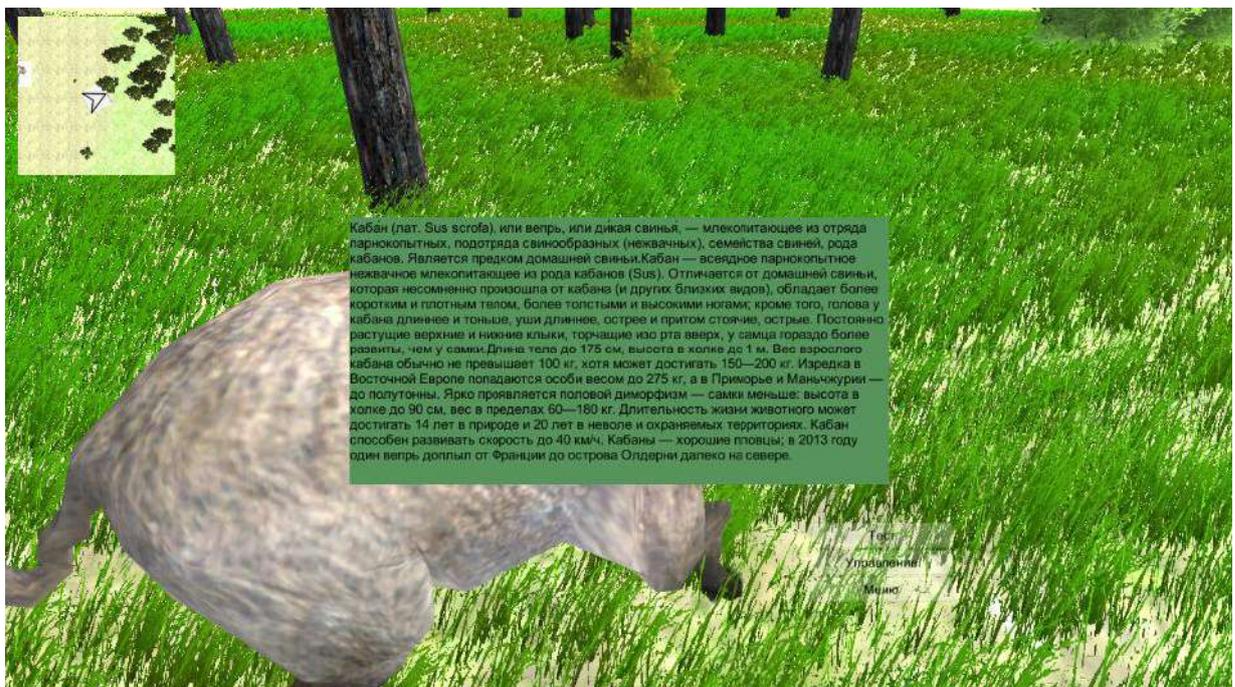


Рисунок 2 – Информация об объекте животного мира

Заключение. Использование разработанной обучающей программы позволит повысить уровень знаний о растительном и животном мире Беларуси, а также для повысит чувство личной ответственности за сохранение природы, разумного отношения к природным богатствам и бережного отношения к ним.

Список литературы

1. Эргономические требования к обучающим программам // Studbooks [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: https://studbooks.net/1918480/pedagogika/ergonomicheskie_trebovaniya_obuchayuschim_programmam. – Дата доступа: 23.02.2022.
2. Unity Animation Essentials // Packtpub [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <https://www.packtpub.com/game-development/unity-animation-essentials> – Дата доступа: 23.02.2022.

УДК 613.79, 004.514, 004.9

TRAINING APP «MAN AND THE WORLD» AND ITS ERGONOMIC SOFTWARE

Savostyanov I.N.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Rozum G.A. – master of engineering and technology, senior lecturer of the department of EPE

Annotation. The paper considers the process of ergonomic design of training program, reveals the relevance and advantages of the developed system.

Keywords: program, training, app.

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ СИТУАЦИИ И ПСИХОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ ВОЕННО-ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ-КОНТРАКТНИКОВ

Шведко В.Н.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Казак Т.В. – д-р психол. наук, профессор, заведующая кафедрой ИПиЭ

Аннотация. В статье рассматриваются мнения различных авторов по вопросам адаптации военнослужащих к экстремальным условиям, характерным для воинской службы, дается характеристика факторам, влияющим на адаптацию к экстремальным условиям среды, роль их в возникновении дезадаптационных процессов и, как следствие, перехода в новое качество – болезнь. Показано, что служебно-боевая деятельность отличается от других видов человеческой деятельности по своим целям, задачам, условиям, в которых приходится ее осуществлять, по средствам, с помощью которых она осуществляется, а также по возникающим в ней трудностям. Экстремальные условия деятельности связывают с возникновением психической напряженности, а также напряженность рассматривается как самостоятельная характеристика ситуации. Показано, что до сих пор нет общепринятых и достаточно обоснованных критериев различия экстремальной ситуации. Выделяются условия, делающие стрессогенные факторы экстремальными.

Ключевые слова: экстремальные факторы, военнослужащие, адаптация, воинская служба.

Введение. Военно-профессиональная деятельность является социально значимой деятельностью по защите государства, которая может проходить в различных условиях. Призыв и прохождение военной службы «является мощным психоэмоциональным фактором», воздействующим на психику и заставляющим приспособляться индивида к новым условиям жизни и быта. Военная служба представляет собой важный, но трудный (часто – экстремальный) этап развития личности. При наличии акцентуации (от лат. *accentus* – ударение) характера, эмоционально-волевой или нервно-психической неустойчивости, неспособность к саморегуляции психофизиологических состояний, воздействие стрессогенных факторов может привести к срыву регуляторных механизмов, дезадаптации поведения и деятельности военнослужащего [1].

Основная часть. К условиям военно-профессиональной деятельности обычно относят условия постоянной готовности - это повседневная деятельность военнослужащего, условия при возникновении чрезвычайных ситуаций, например, террористическая угроза, техногенные катастрофы и стихийные бедствия. Отдельно стоит выделить и условия ведения боевых действий. При этом последнее условие можно отнести к реализации военнопрофессиональной деятельности, которое по праву можно назвать экстремальным. Это связано с тем, что такие воздействия на военнослужащих, могут вызвать: нарушение адаптации [2], нарушение адекватности физиологических и поведенческих реакций и, как следствие, ухудшение качества деятельности [3], реакции организма и личности, находящиеся на грани патологических нарушений [4], а также наличие непредсказуемости, неупорядоченности будущего при несформированности, неясности для субъекта способов достижения цели [5].

Термин «адаптация» многообразен по содержанию [6–8], что предполагает некоторые трудности в его интерпретации. Однако несомненной является сущность процесса, который заключается в приспособляемости организма к тем или иным условиям жизни (социальным, физическим, химическим и т.д.). Адаптация – одно из немногих состояний организма, возникающих в ответ на воздействие факторов внешней среды, которое зависит как от физиологических, так и от психологических особенностей индивида. Интерес психологов к данной проблеме только увеличивается. Несмотря на это, многие вопросы, касающиеся

психофизиологических аспектов адаптации военнослужащих к экстремальным условиям службы, остаются не до конца изученными. В своем исследовании мы исходим из основных положений теории адаптации, развитых в работах И.П. Павлова, И.М. Сеченова, П.К. Анохина, Л.А. Орбели, Р.М. Баевского, Г. Селье, Ф.З. Меерсона и др. По нашему мнению, адаптироваться к экстремальным условиям службы означает возможность противостоять действию экстремальных физических и социально-психологических факторов без ущерба для здоровья и продуктивности профессиональной деятельности. Здесь необходимо сказать о смысле, который вкладывается в термин «экстремальные условия». Как справедливо отмечают некоторые авторы [9, 10], границы, отделяющие экстремальное воздействие от неэкстремального, весьма условны.

Необходимо отметить, что важность проблемы адаптации применительно к условиям военного труда состоит в том, что деятельность организма часто протекает на пределе физических возможностей – при почти полной мобилизации функциональных резервов [11, 12]. Эффективность труда военнослужащих зависит от уровня оптимизации рабочей среды (включая информационную), уровня профессиональной подготовленности, состояния здоровья и связанной с ним потенциальной надежности деятельности [13].

По концепции адаптации личности к экстремальным условиям, предложенной В.И. Лебедевым, адаптация «есть уровень психической деятельности, система отношений, определяющая адекватное заданным условиям среды поведение личности, ее эффективное взаимодействие с окружающей средой и успешную деятельность без значительного нервно-психического напряжения» [14]. Другой автор определяет адаптацию к условиям армии как способность: способность к деятельности физиологически приемлемой ценой напряжения, способность противостоять действию вредных факторов среды [15].

Кроме вышесказанного в военно-профессиональной деятельности существуют и иные особые условия, сопровождающиеся не столь сильным, но продолжительным стрессовым воздействием, неизменно приводящим к ухудшению психологического, физического самочувствия и снижению эффективности деятельности [16].

Например, к таким условиям можно отнести влияние интернет-среды на военнослужащего, которая получила широкое распространение не только в жизни гражданского населения.

Поэтому в настоящее время в условиях служебно-боевой деятельности наблюдается повышение информационных и психологических нагрузок, высокое нервно-психическое напряжение и возрастают расходы функциональных резервов организма [17, 18].

Аналогичные выводы получены в исследовании, проведенном на призывниках [19]. Влияние степени конформности личности на успешность приспособления к условиям среды (природной и социальной) выявлено в ряде исследований [20].

Авторы сходятся во мнении, что высокие значения показателя социальной конформности наряду с другими свойствами личности обуславливают лучшую приспособляемость личности к изменяющимся условиям среды. На важную роль личностной активности субъекта, одной из важнейших характеристик которой является локализация локуса контроля личности в успешном приспособлении к экстремальным условиям (социальное давление), указывают многочисленные авторы [21].

Особое место в психофизиологии занимает адаптация в экстремальных условиях. Н.А. Агаджанян [22] считает, что факторы, влияющие на адаптацию к экстремальным условиям среды, могут быть социальными и природными. Постоянное присутствие угрозы для жизни, обуславливаемой повышенным фактором риска гибели в результате несчастного случая, аварии или катастрофы, может вызывать различные психические реакции от состояния тревожности до развития неврозов и психоза.

Поскольку пусковым механизмом адаптационной перестройки организма является попадание в непривычные для него стрессовые условия («измененные», «неадекватные» условия существования), представляется необходимым рассмотреть существующие на данный момент представления о стрессовой, экстремальной ситуации [23].

Все эти факторы и условия можно объединить понятием – экстремальная ситуация. Под экстремальными условиями жизнедеятельности понимают измененные, непривычные условия существования человека, характеризующиеся воздействием ряда психогенных факторов и риском для жизни [24]. В.Д. Небылицын писал, что экстремальными или чрезвычайными условиями называются предельные, крайние значения тех элементов ситуации, которые в своих средних значениях создают оптимальный «фон» или, по крайней мере, не ощущаются как источник дискомфорта» [25].

Л.А. Китаев-Смык под экстремальными факторами понимает факторы, «...небезразличные для организма, более того, вызывающие в нем предельно допустимые изменения» [26]. Автор выделяет условия, делающие стрессоры экстремальными: а) субъективная оценка опасности стрессора (физической целостности, целостности социального статуса и т.п.);

Другие авторы считают, что экстремальными являются такие условия и факторы, возникновение которых приводит к состоянию динамического рассогласования, характеризующегося нарушением адекватности физиологических и поведенческих реакций и приводящего к ухудшению качества деятельности [27, 28]. Ц.П. Короленко указывает, что понятие «экстремальные условия» охватывает «чрезвычайно сильные воздействия внешней среды», которые находятся на грани переносимости и могут вызывать нарушения адаптации [2].

В.И. Лебедев [24], Короленко Ц.П. [2] утверждают, что длительная экстремальная ситуация оказывает крайне неблагоприятное влияние на человека, вызывая нарушения поведения, конфликтность, социальные девиации (от позднелатинского *deviatio* – отклонение).

Работа в условиях интенсивной деятельности и воздействия на организм неблагоприятных климатических факторов может вызвать у военнослужащих дизадаптационные расстройства или пограничные состояния организма, а также способствовать снижению работоспособности и развитию заболеваний. При неблагоприятных обстоятельствах кратковременные аффективные реакции могут приводить к глубоким психическим нарушениям, что означает переход в новое качество – болезнь [1].

Заключение. Как показал анализ, в научных работах исследователей вместе с понятиями «экстремальные факторы», «экстремальная ситуация» используются «стрессовые факторы», «стрессовая ситуация» как тождественные. Для большинства экстремальных ситуаций характерно наличие стресс-реакции. Также исходя из данного анализа можно сделать вывод, что, на данном этапе нет общепринятых и достаточно обоснованных критериев различения экстремальной ситуации.

Таким образом, деятельность военнослужащих-контрактников отличается от других видов человеческой деятельности по своим целям, задачам, по условиям, в которых приходится ее осуществлять, по средствам, с помощью которых она осуществляется и по возникающим в ней трудностям. Экстремальные условия деятельности связывают с возникновением психической напряженности, а также напряженность рассматривается как самостоятельная характеристика ситуации. Выделяются только условия, делающие стрессогенные факторы экстремальными.

Список литературы

1. Влияние психологических факторов на формирование адаптивных способностей у военнослужащих по призыву. *Естественные и гуманитарные науки: сб. науч. трудов / И.Г. Мосягин, П.И. Сидоров, С.В. Маруняк //*. – Томск, 2005. – Т.2. № 1. – С. 56–57.
2. Короленко Ц.П. *Психофизиология человека в экстремальных условиях*. – Л.: Медицина, 1978.
3. Леонова А.Б., Медведев В.И. *Функциональные состояния человека в трудовой деятельности*. – М.: МГУ, 1981.
4. Платонов К.К. *Психология летного труда*. – М.: Медгиз, 1960.
5. Базылевич Т.Ф., Асеев В.Г., Бодунов М.В. *О целостности индивидуальности и влиянии радиации на активированность мозга // Психол. журн.* – 1993. – Т. 14. – № 2. – С. 25-34.
6. Березин Ф.Б. *Психическая и психофизиологическая адаптация*. Л., 1988.
7. Баевский Р.М. *Биокибернетика и прогностика, некоторые проблемы оценки адаптационно-приспособительной деятельности организма // Кибернетические аспекты адаптации системы «человек – среда»*. М., 1975.
8. Черноситов А.В. *Неспецифическая резистентность к экстремальному воздействию в зависимости от характера функциональных межполушарных отношений: Автореф. дис. д-ра биол. наук. Ростов н/Д, 1995.*

9. Лебедев В.И. *Личность в экстремальных условиях*. М., 1989.
10. Айдаралиев А.А., Максимов А.Л. *Адаптация человека к экстремальным условиям: опыт прогнозирования*. Л., 1988.
11. Медведев В.И. *Учение об адаптации и его значение для военной медицины: актовая речь* / В.И.Медведев – Л., 1983. - 24 с.
12. Меерсон Ф.З. *Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам* / Ф.З. Меерсон, М.Г. Пишеничникова – М.: Медицина, 1988. - 256 с.
13. Ястребов П.С. *Характеристика нарушений адаптации у лётного состава и психофизиологическое обоснование методов их нефармакологической коррекции: Автореф. дис. канд. мед. наук. – СПб, 2002. 20 с.*
14. Лебедев К.А., Понякина И.Д. *Принципы работы систем организма человека и их приложение в практической медицине. Сообщение 1. // Физиология человека. – 1991. – Т.17. – № 4. – С. 132–143.*
15. Маклаков А.Г. *Личностный адаптационный потенциал: его мобилизация и прогноз в экстремальных условиях* // Психол. журн. – 2001. – № 1. – С. 16–24.
16. Дьяченко М.И., Кадыбович Л.А., Пономаренко В.А. *Готовность к деятельности в напряженной ситуации. Психологический аспект. – Минск: «Университетское», 1976.*
17. Заградский В.П. *О физиологических резервах организма* / В.П. Заградский, З.К. Сулимо-Самуйлло // Воен.-мед. журн. – 1988. – № 1. – С. 51–53.
18. Солодков А.С. *Адаптивные возможности человека* // Физиология человека. – 1982. – Т. 8. – № 3. – С. 445–449.
19. Филатов К.Г. *Психофизиологические и психологические особенности юношей-призывников с различным отношением к военной службе. дис. канд. психол. наук. – Ростов-на-Дону, 1998.*
20. Буинов Ю.В. *Психологическая устойчивость человека в особых условиях деятельности: оценка и прогноз. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1992. – 176 с.*
21. Лазебная Е.О., Зеленова М.Е. *Военно-травматический стресс: особенности посттравматической адаптации участников боевых действий* // Психологический журнал. – 1999. – Т. 19. – № 2
22. *Хронофизиология, хронофармакология и хронотерапия: монография* / Н.А. Агаджанян, В.И. Петров, И.В. Радьши, С.И. Краюшкин. – Волгоград: Изд-во ВолГМУ, 2005. – 336 с.
23. Диденко И.В. *Психофизиологические и психологические особенности адаптации военнослужащих на различных этапах служебно-боевой деятельности: автореф. дис. ... канд. психол. наук. – Ростов-н/Д., 2007. – 19 с.*
24. Лебедев К.А., Понякина И.Д. *Принципы работы систем организма человека и их приложение в практической медицине. Сообщение 1. // Физиология человека. – 1991. – Т.17. – № 4. – С. 132–143.*
25. Небылицын В.Д. *Избранные психологические труды. – М.: Наука, 1990. – 308 с.*
26. Китаев-Смык Л.А. *Психология стресса. – М.: Наука, 1983. – 480 с.*
27. Гримах Л.П. *Резервы человеческой психики. – М.: Политиздат, 1989. – 319 с.*
28. Медведев В.И. *Устойчивость физиологических и психологических функций человека при действии экстремальных факторов. – М.: Наука, 1982. – 280 с.*

UDC 159.96

EXTREME SITUATIONS AND PSYCHOGENIC FACTORS OF MILITARY PROFESSIONAL ACTIVITY OF CONTRACT SERVICEMEN

Shvedko V.N.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kazak T.V. – Psy. D., full professor, head of the department of EPE

Annotation. Literature and different authors' opinions on servicemen adaptation to extreme environmental conditions typical for military service are described in the article. The article reports on the characteristic of factors influencing the adaptation to extreme environmental conditions, their role in maladaptation process and as a result transition to a new quality - disease.

It is shown that service and combat activity differ from other human activities in goals, objectives, conditions and means by which it is carried out and also in its difficulties.

The article points out that extreme condition of activity are connected with the emergence of mental tension and tension is considered as an independent characteristic of the situation. There are still no generally accepted and sufficiently substantiated criteria for distinguishing an extreme situation.

Attention is also given to the conditions that make stressful factors extreme.

Keywords: extreme factors, servicemen, adaptation, military service.

ПРИНЦИПЫ ЭРГОНОМИЧНОСТИ В ДИЗАЙНЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ

Нехвядович В.В., Епихова М.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Пилиневич Л.П. – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе рассматривается вопрос важности использования принципа эргономичности в процессе проектирования пользовательских интерфейсов. Также рассмотрены эвристики Нильсона в качестве основных правил создания удобных интерфейсов.

Ключевые слова: эргономика, человек, дизайн, интерфейс, пользователь, удобство, принципы, эвристики, система, проектирование

Введение. Целью работы является аргументация актуальности использования принципа эргономичности в дизайне пользовательских интерфейсов и рассмотрение основных принципов построения “эргономичных” интерфейсов.

Эргономика – это дисциплина в науке, которая изучает деятельность человека в бытовых и трудовых процессах, с целью создания наиболее благоприятных условий жизнедеятельности и психического состояния человека.

Одной из главных задач эргономики является обеспечение удобства использования человеком производимых продуктов и систем. Решением данной задачи является адаптация продуктов, приборов, программных средств, дисплеев к характеристикам, возможностям и ограничениям будущих пользователей.

Пользовательский интерфейс – это способ взаимодействия пользователя и программы. Понятие “эргономичный сайт” уже прочно закрепилось среди пользователей Интернет. Зачастую под этим термином понимается сайт, созданный с учётом и на основе научных знаний об устройстве и работе человеческого глаза. Интерфейс, разработанный с учетом принципа эргономичности, обеспечивает необходимое удобство использования посетителю, сохраняет его силы, здоровье и работоспособность. А это, в конечном итоге, повышает эффективность сайта и приносит доход владельцу.

Основная часть. На данный момент основной концепцией, которую используют дизайнеры при проектировании эргономичных интерфейсов являются эвристики Нильсена. Эвристики Якоба Нильсена – это принципы оценки юзабилити, позволяющие понять, насколько понятен и удобен интерфейс.

Перечислим и дадим определение каждому из принципов:

1. Информирование о состоянии системы: система всегда должна давать пользователю знать о том, что происходит с помощью соответствующей обратной связи. Предсказуемое поведение в результате взаимодействия пользователя с системой обеспечивает доверие как к продукту, так и к бренду.

2. Сходство с реальным миром: система должна общаться с пользователем на естественном для него языке, а не на языке компьютерной разработки. Интерфейс должен ориентироваться на потенциальных пользователей.

3. Контроль и свобода: наличие «аварийного выхода» из нежелательного состояния системы. Пользователи могут совершить случайные действия либо допустить ошибку. Людям важно иметь возможность отказаться от процесса или отменить нежелательное действие, это способствует чувству свободы и уверенности.

4. Согласованность и стандарты: одни и те же слова и символы всегда обозначают одно и то же. Прошлый опыт использования других приложений задает ожидания пользователей. Дизайнерам важно следовать платформенным и отраслевым соглашениям, создавая нативные продукты и исключая когнитивную нагрузку на пользователей.

5. Предотвращение ошибок: минимизация условий, в которых могут быть допущены ошибки. Система должна не только информировать пользователя о допущенной ошибке, но также и предотвращать их возникновение.

6. Система должна предоставлять всю необходимую для пользователя информацию, а не заставлять его напрягать память. Следует минимизировать нагрузку на память пользователя: человек не должен запоминать информацию при переходе из одной части интерфейса в другую.

7. Гибкость и эффективность: система должна адаптироваться под более опытных пользователей, убирая ненужную информацию. Некоторые функции или элементы интерфейса, предназначенные для начинающих пользователей, должны быть скрыты от более опытных.

8. Эстетика и минимализм: тексты и дизайн интерфейса должны содержать только важную для пользователя информацию. Контент и визуальный дизайн должны быть сосредоточены на выполнении основных функций.

9. Понимание и исправление ошибок: сообщения об ошибках должны быть написаны простым языком, точно указывать на проблему и конструктивно, возможно пошагово, предлагать варианты ее решений.

10. Справки и документация: справочные материалы должны быть легкими для понимания и написаны простым языком. Содержание справки должно быть простым для поиска. Следует кратко описать каждый из случаев использования и перечислить конкретные шаги, которые необходимо пройти.

Заключение. На сегодняшний день эвристики Нильсена всё ещё актуальны и являются базовыми для проектирования и тестирования юзабилити пользовательских интерфейсов. Они используются ведущими специалистами крупных компаний Республики Беларусь и за рубежом. Следование данным принципам позволяет создать качественный продукт, ориентированный на пользователя. Подход напрямую связан с эргономикой, поскольку именно изучение пользовательского опыта и поведение человека в целом, позволило создать данную концепцию.

Список литературы:

1. Эргономика [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <http://azps.ru/articles/org/ergonomika.html>. – Дата доступа : 11.03.2022.
2. Эргономика и дизайн пользовательских интерфейсов [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <https://pandia.ru/text/80/134/27595.php>. – Дата доступа : 11.03.2022.
3. Что такое пользовательский интерфейс [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <https://ux-journal.ru/chto-takoe-polzovatelskij-interfejs.html>. – Дата доступа : 11.03.2022.
4. Эргономика сайта (юзабилити) : пояснения , подсказки, пагинация , прокрутка, структура сайта, элементы навигации Программный и веб интерфейсы [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <https://intellect.icu/ergonomika-sajta-yuzabiliti-poyasneniya-podskazki-paginatsiya-prokrutka-struktura-sajta-elementy-navigatsii-programmnyj-i-veb-interfejsy-177>. – Дата доступа : 11.03.2022.

UDC 004.51

ERGONOMIC PRINCIPLES IN USER INTERFACE DESIGN

Nehviadovich V.V., Epikhova M.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Pilinevich L.P. – Dr. Tech. Sc., full professor, professor of the department of EPE

Annotation. The article discusses the importance of applying the principle of ergonomics in the process of designing user interfaces. Additionally, Nilson's heuristics are being analyzed as the vital basic rules for creating user-friendly interfaces.

Keywords: ergonomics, human, design, interface, user, convenience, principles, heuristics, system, prototyping

ВЕБ-РЕСУРС DZIRKA.COM: ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И SEO-ОПТИМИЗАЦИЯ

Пырякова М.В

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Кабариха В.А - ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. *SEO (Search Engine Optimization*, поисковая оптимизация) – это всестороннее развитие и продвижение сайта для его выхода на первые позиции в результатах выдачи поисковых систем по выбранным запросам с целью увеличения посещаемости и рентабельности веб-ресурса. *Usability* – Набор атрибутов, относящихся к объему работ, требуемых для использования в индивидуальной оценке такого использования определенным или предполагаемым кругом пользователей. *UX* – дизайн отвечает за функции, адаптивность продукта и то, какие эмоции он вызывает у пользователей. Чем понятнее интерфейс, тем легче пользователю получить результат и совершить целевое действие. *UI* – процесс визуализации прототипа, который разработали на основании пользовательского опыта и исследования целевой аудитории. *UI* включает в себя работу над графической частью интерфейса: анимацией, иллюстрациями, кнопками, меню, слайдерами, фотографиями и шрифтами.

Ключевые слова: *SEO-оптимизация, Usability*

Введение. В мире широко используются методы улучшения веб-ресурсов для удобства пользователей. Данным аспектом занимается область *SEO-оптимизации*. Цель данной области применять необходимые знания и умения, для продвижения веб-ресурсов в поисковых системах по ключевым запросам [1].

Основная часть. Задача данной исследовательской работы – изучить современные подходы и тенденции *SEO-оптимизации* (рисунок 2). Рассмотреть современный инструментарий, который можно использовать для *SEO-оптимизации*. Изучить методики и критерии, которые можно использовать для оценки качества и эффективности *SEO-оптимизации*.

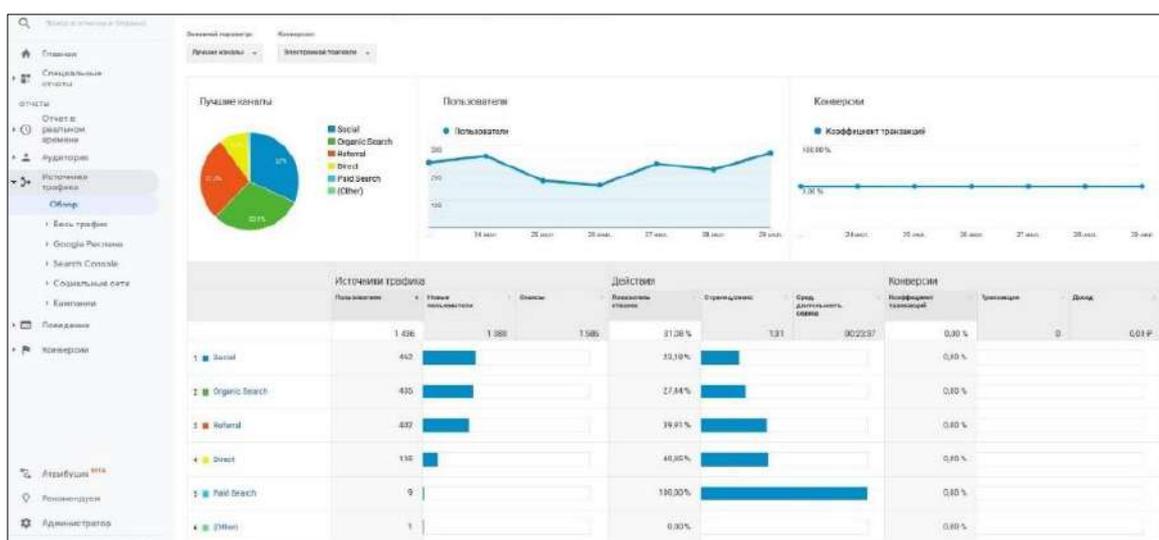


Рисунок 1 – Отчет входящего органического трафика

Задачей эргономического обеспечения, в связи со спецификой работы фирмы, занимающейся *SEO-оптимизацией*, является улучшение *Usability*.

Под *Usability* стоит понимать: понятность, обучаемость, простота использования веб-ресурса [3].

Данная исследовательская работа поможет определить какое количество органического трафика (рисунок 1) приходит на веб-ресурс, какие достигаются макро- и микроконверсии (рисунок 2), которые должны учитываться при построении дальнейшей работы над веб-ресурсом [2].



Рисунок 2 – Методы и тенденции SEO-оптимизации

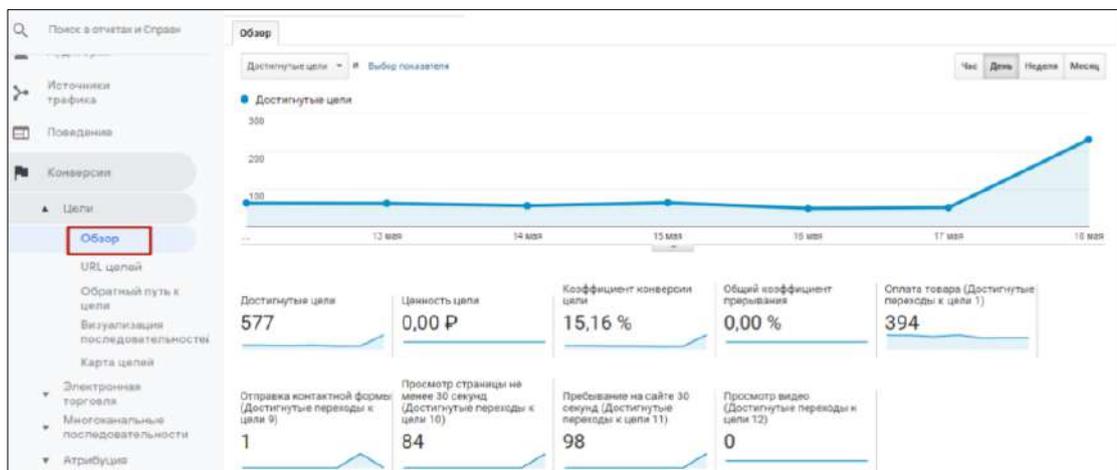


Рисунок 3 – Отчет об совершенных макро- и микроконверсиях



Рисунок 4 – UX/UI – дизайн в цифрах

Заключение. Работа с *Usability* поможет пользователю быстро ориентироваться в веб-ресурсе и сделать его запоминающимся, для этого необходимо использовать принципы *UX/UI* дизайна. *UX* – это процесс, а *UI* – это инструмент. У *UI/UX*-дизайн одна цель – сделать взаимодействие пользователя с веб-ресурсом удобным, приятным и запоминающимся (рисунок 4). К способам улучшения *UX/UI*: унификация стиля и использование единой цветовой гаммы, выделение наиболее важных элементов более заметным цветом, добавление текста в формы для заполнения, чтобы было проще для понимания, использование одного шрифта, единый стиль у иконок и логотипов.

Список литературы

1. Что такое SEO [Электронный ресурс] – Москва – 1999. – Режим доступа : <https://seo.ru/что-такое-seo/>. – Дата доступа : 25.01.1999.
2. Блог.CYBERMARKETING [Электронный ресурс] – Москва – 2021. – Режим доступа : <https://blog.cybermarketing.ru/kak-nastroit-celi-v-google-analytics/>. – Дата доступа : 12.05.2021.
3. Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристика качества и руководства по их применению : ГОСТ ИСО/МЭК 9126–2001. – Введ. 27.01.06. – Минск : Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2006. – 13 с.

UDC 004.51

DZIRKA.COM WEB RESOURCE: ERGONOMIC SUPPORT AND SEO-OPTIMIZATION

M.V. Pyryakova

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kabarikha V.A. – assistant of the department of EPE

Annotation. SEO (Search Engine Optimization) - is a comprehensive development and promotion of the site to get to the first positions in the results of search engines for the selected requirements in order to increase attendance and profitability of the Web resource. Usability - A set of attributes relating to the amount of work required to use in the individual evaluation of such use by a particular or presumed circle of users. UX - The design is responsible for the function, adaptability of the product and what emotions it evokes in users. The clearer the interface, the easier it is for the user to get a result and take a targeted action. UI - the process of visualizing a prototype that was developed based on user experience and target audience research. UI includes work on the graphical part of the interface: animations, illustrations, buttons, menus, sliders, photos and fonts.

Keywords: SEO-optimization, Usability

УДК 004.42:621.395.721.5:811.521

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ПОД ANDROID ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЯПОНСКОГО ЯЗЫКА И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Бучинский О.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: Карпович Е.Б. – магистр техники и технологии, старший преподаватель
кафедры ИПиЭ*

Аннотация. Представлены результаты проектирования мобильного приложения для операционной системы Android для изучения японского языка. Достоинствами разработанной системы, позволяющей систематизировать и организовать знания по японскому языку, являются простота использования и информативный интерфейс.

Ключевые слова: мобильное приложение, обучение иностранному языку, электронный словарь, японский язык, Android

Введение. Растущая популярность в мире японской культуры обуславливает востребованность приложений для обучения иностранному языку. Так, в последние годы наблюдается увеличение числа изучающих японский язык на 30% [1]. Для получения наилучшего результата в изучении языка учащиеся зачастую посещают соответствующие курсы, на которых они получают базу теоретических знаний, а также и возможность попрактиковаться в его использовании. В то же время изучение японского языка сопровождается большим количеством информации, необходимой для запоминания, и многие пособия для изучения языка не отличаются своей правильностью и полнотой информации. В связи с этим для учащегося лучше пользоваться только теми знаниями, которые он получил из достоверных источников во время прохождения курсов [2]. Однако эти знания зачастую представлены в виде пометок или записей, которые учащиеся делают в тетради, учебнике или на распечатках, слушая объяснения преподавателя. С течением времени количество записок и пометок достигает большого числа, в связи с чем поиск конкретной информации для повторения значительно усложняется. Понимая, что поиск нужной заметки может потребовать много сил и времени, учащиеся могут обратиться за помощью к таким сервисам, как онлайн–переводчик, или же в целом отложить решение возникшей проблемы на потом, что ухудшает процесс изучения языка. Поэтому возможность просмотреть свои заметки и сделать новые на мобильном устройстве, которое всегда находится у пользователя, несёт большую ценность.

Основная часть. Целью работы является разработка мобильного приложения под операционную систему *Android* для заполнения электронного японско–русского словаря. Система может быть использована для записи слов на японском языке, с указанием их написания, чтения, перевода, общих характеристик и примеров использования, а также, в дополнение к этому, для записи кандзи [3]. Система должна помогать пользователю записывать и структурировать свои знания, легко и быстро находить интересующую информацию. Преимуществом данной системы являются простота интерфейса с предельно понятной функциональностью и возможность быстрого описания характеристик слов и дальнейшего поиска по ним с помощью редактируемых тегов.

Задачи системы:

- помогать в изучении японского языка посредством заполнения и организации информации;
- помогать в заполнении персонального японско–русского словаря;
- предоставлять пользователю возможность персонализировать свой словарь.

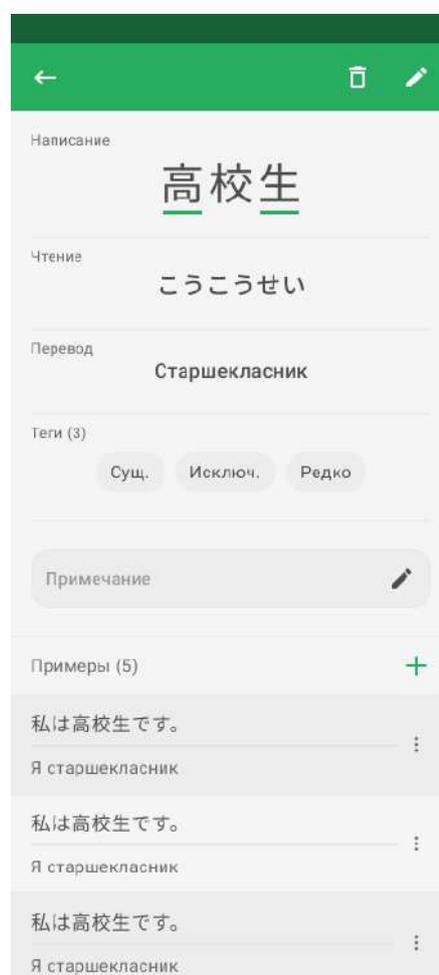
Для достижения поставленных задач потребовалось разработать приложение, предоставляющее следующую функциональность:

- добавление написания слова на японском языке;
- добавление чтения слова на японском языке;
- добавление перевода слова на русский язык;
- добавление дополнительной информации касательно слова;
- добавление примера использования слова;
- редактирование информации о слове;
- добавление кандзи;
- редактирование данных о кандзи;
- просмотр добавленных слов;
- просмотр добавленных кандзи;
- поиск имеющейся информации о слове;
- поиск имеющейся информации о кандзи;
- сохранение данных в отдельном экспортируемом файле;
- импорт данных из файла.

Макеты некоторых окон приложения представлены на рисунках 1, 2.



а



б

Рисунок 1 – Макеты экрана списка слов (а) и экрана с информацией о добавленном слове (б)

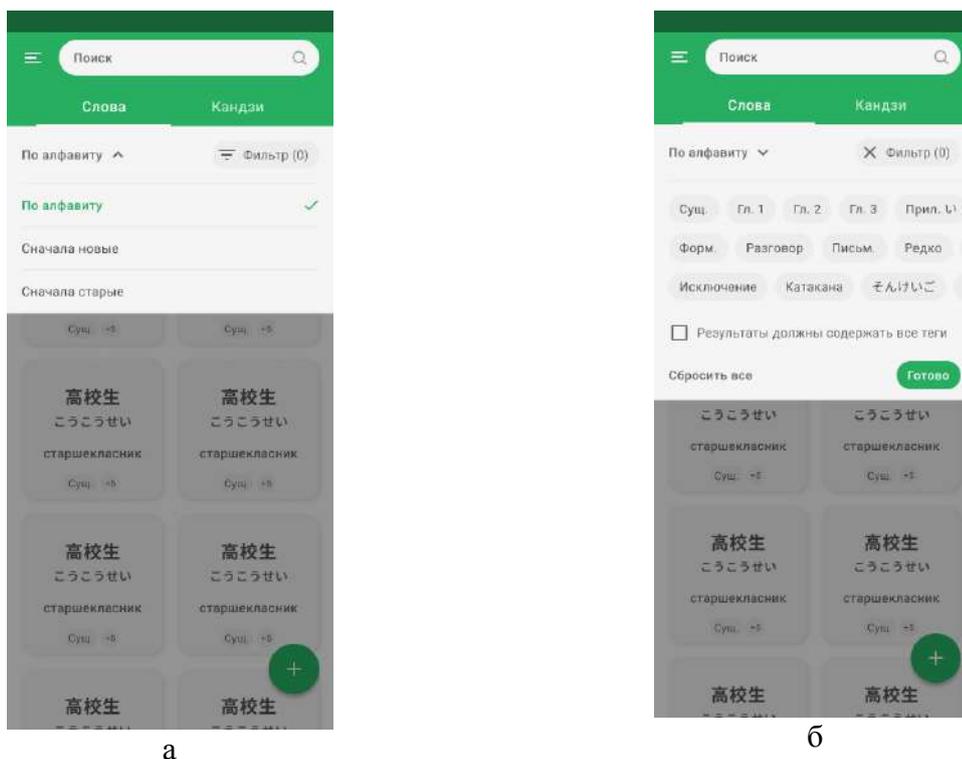


Рисунок 2– Макеты экрана сортировки (а) и экрана фильтрации (б)

Заключение. Интерфейс системы выполнен в соответствии указаниям стиля графического дизайна *Material Design* [4]. Система реализована в виде мобильного приложения и включает в себя следующий технологический стек: шаблон проектирования интерфейса *MVP (Model-View-Presenter)* принципы построения качественной архитектуры и кода приложений [5], язык программирования *Kotlin*; база данных *SQLite*, инструменты *Android Views*, *Gradle*. Также система соответствует общим архитектурным принципам и рекомендациям построения мобильных приложений от *Google* [6].

Список литературы

1. Поймём друг друга [Электронный ресурс]. – RGRU – 2021. – Режим доступа: <https://rg.ru/2021/03/30/v-rossii-rastet-interes-k-izucheniiu-iaponskogo-iazyka.html>– Дата доступа : 23.02.2022.
2. Карпович Е.Б. Совершенствование составляющих элементов системы дистанционного обучения // Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века : материалы XI международной научно-методической конференции. – Минск : БГУИР, 2019. – С. 139.
3. Кандзи [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Кандзи>– Дата доступа : 23.02.2022.
4. *Material Design* [Электронный ресурс]. – *MaterialIO* – 2018. – Режим доступа: <https://material.io/design>– Дата доступа : 23.02.2022.

UDC 004.42:621.395.721.5:811.521

ANDROID MOBILE APPLICATION FOR LEARNING JAPANESE AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Buchinskiy O.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Karpovich E.B. – master of engineering and technology, senior lecturer of the department of EPE

Annotation. The results of designing a mobile application for the Android operating system for learning Japanese are presented. The advantages of the developed system, which allows you to systematize and organize knowledge of the Japanese language, are ease of use and an informative interface.

Keywords: mobile application, learning foreign language, digital dictionary, Japanese language, Android

АКТУАЛИЗАЦИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА В СОВРЕМЕННОМ КОНТЕКСТЕ

Сечко В.О., Сорокин И.Г.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Воробей А.В. – магистр техн. наук, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Безопасность жизнедеятельности человека как научное направление имеет высокую значимость для защиты человека от ряда опасностей. При обострении социально-политической ситуации потенциальные опасности могут использоваться как инструмент влияния, что актуализирует значимость эффективной работы специалистов и системы обеспечения безопасности жизнедеятельности человека для недопущения реализации рисков и техногенных катастроф.

Ключевые слова: безопасность жизнедеятельности человека, техногенные катастрофы, аварии, техносфера, Концепция национальной безопасности Республики Беларусь

Введение. Человеческая жизнь происходит в постоянном контакте с окружающей средой в контексте трудовой, учебной, досуговой и рекреационной деятельности. Пока в жизни человека все благополучно, все работает, налажены определенные процессы и уклад жизни, он не задумывается о тех угрозах, катастрофах и техногенных вызовах, которые постоянно существуют параллельно. Именно для того, чтобы они оставались для людей параллельной реальностью и разрабатывается ряд научных направлений, одним из которых является «Безопасность жизнедеятельности человека».

Основная часть. Безопасность жизнедеятельности человека (далее БЖЧ) - это область научных знаний, изучающая опасности и способы защиты от них человека в любых условиях его обитания. Предметом БЖЧ является обеспечение безопасности человека от природных, техногенных, экологических и социальных опасностей. Объект изучения БЖЧ - комплекс явлений и процессов в системе «человек - среда обитания», негативно действующих на эту систему [1].

Объединяющим началом безопасности жизнедеятельности человека было воздействие на человека опасных и вредных физических факторов окружающей среды, общая закономерность реакции человека на эти факторы и единая научная методология, а именно количественная оценка риска несчастных случаев, профессиональных заболеваний, экологических катастроф и др. БЖЧ также основывается на достижениях таких наук, как психология, эргономика, физиология, право, гигиена и многих других.

Решение проблемы безопасности жизнедеятельности человека заключается в обеспечении нормальных (комфортных) условий жизни людей, защите людей и окружающей их среды (промышленной, природной, городской, жилой) от воздействия вредных факторов, превышающих нормативные допустимые значения. Поддержание оптимальных условий для деятельности и отдыха человека - необходимое условие производительности труда человека [1].

Основной формулой безопасности жизнедеятельности человека является предупреждение и предотвращение потенциальных опасностей.

Аксиомы БЖЧ:

1. Техногенные опасности существуют, если повседневные потоки вещества, энергии и информации в техносфере превышают пороговые значения.
2. Источниками техногенных опасностей являются элементы техносферы.
3. Техногенные опасности действуют в пространстве и во времени.
4. Техногенные опасности оказывают негативное воздействие на человека, природную среду и элементы техносферы одновременно.

5. Техногенные опасности ухудшают здоровье людей, приводят к травмам, материальным потерям и к деградации природной среды.

6. Защита от техногенных опасностей достигается совершенствованием источников опасности, увеличением расстояния между источником опасности и объектом защиты, применением защитных мер.

7. Компетентность людей в мире опасностей и способах защиты от них – необходимое условие достижения безопасности жизнедеятельности [2].

Основная цель безопасности жизнедеятельности как науки - получение знаний о нормативно-допустимых уровнях воздействия негативных факторов на человека и среду обитания, изучение, классификация и систематизация сложных событий, процессов, явлений в области обеспечения безопасности и комфортных условий деятельности человека на всех стадиях его жизненного цикла, выработка мер по упреждению, локализации и устранению существующих угроз и опасностей. Средством достижения цели является реализация обществом знаний и навыков, направленных на снижение физических, химических, биологических и других негативных воздействий в техносфере до приемлемого уровня. Это определяет совокупность знаний, содержащихся в науке о безопасности жизнедеятельности.

Это направление решает следующие основные задачи:

1. Выявление (обнаружение и количественная оценка) негативных воздействий среды обитания;
2. Защита от опасностей или предотвращение воздействия на человека определенных негативных факторов;
3. Ликвидация негативных последствий воздействия опасных и вредных факторов;
4. Создание и поддержание комфортной среды обитания.

Практическое значение этой дисциплины вытекает из целей и руководящих принципов. Поэтому наиболее важным практическим значением дисциплины является защита жизни и здоровья в чрезвычайных ситуациях. В качестве доказательства практической значимости БЖЧ, были рассмотрены несколько примеров катастроф, произошедших на территории Беларуси.

Катастрофа на Чернобыльской АЭС 26 апреля 1986 года расценивается как крупнейшая за всю историю атомной энергетики. Был нанесен серьезный ущерб здоровью населения, из-за зон отчуждения были выведены из оборота 2640 кв.км. сельскохозяйственных угодий, потеряна инфраструктура. Ущерб от этой техногенной катастрофы оценивается в 235 млрд. долларов США [3]. На сегодняшний день реакторы находятся под саркофагом и безопасность человека зависит от его целостности.

С 20 августа 2021 года вблизи Чернобыльской АЭС и территории Беларуси Украина ввела в эксплуатацию хранилище ядерных отходов. Ёмкость должна составить 458 контейнеров на 16.529 отработавших ТВС (тепловыделяющих сборок), хранилище рассчитано на 100 лет временного хранилища. Точная информация по заполненности хранилища и соблюдению мер безопасности на объекте пока неизвестна.

В результате железнодорожной катастрофы в Крыжовке (направление Молодечно) 2 мая 1977 года погибли 22 человека и были ранены 82 человека. В стоящую у перрона переполненную электричку «Олехновичи-Минск» на полной скорости врезался пассажирский поезд «Гродно-Орша». Причина катастрофы – перепад температур, рельсы нагрелись до температуры более 40 градусов, удлинились настолько, что изолирующий стык предвходного светофора станции замкнулся и он стал работать некорректно. Электромеханик, в ожидании ремонтников, открыл релейный шкаф неисправной сигнальной точки и начал переключал реле таким образом, чтобы на светофоре загорелся зеленый огонь, а потом, когда состав проходил, возвращал реле в исходное положение. Таким образом он пропустил несколько составов, но после того как проехала электричка на Минск, просто забыл вернуть реле в исходное положение. Если бы поезда шли по графику, то разрыв между ними был бы более 10 минут. Но электричка прибыла в Крыжовку с пятиминутным опозданием, и еще 7 минут стояла до

момента крушения. Хотя должен был отправиться через минуту. Стояла, потому что было много людей, и потому что не могли закрыть двери вагонов.

10 марта 1972 года в Минске прогремел взрыв, после которого цех футляров филиала Минского радиозавода в один миг стал могилой более чем для 80 человек. В общей сложности его жертвами стали более 120 человек, около трехсот пострадали, десятки остались инвалидами.

В связи с этим во всех государствах на основе научного фундамента, разработок и рекомендаций БЖЧ разрабатываются концепции национальной безопасности, в Беларуси измененная «Концепция национальной безопасности Республики Беларусь» подписана 9 ноября 2010 г. и постоянно дополняется новейшими наработками в ответ на новые возникающие вызовы [4].

Заключение. Рассмотренные техногенные катастрофы демонстрируют, что безопасность человека и его благополучие хрупко без обеспечения безопасности жизнедеятельности. При обострении социально-политической ситуации техногенные угрозы, опасности и катастрофы могут быть использованы как рычаг воздействия, что актуализирует значимость эффективной работы специалистов и системы обеспечения безопасности жизнедеятельности человека для недопущения реализации таких рисков и катастроф.

Изучение опасностей в окружающей человека среде и разработка систем и методов защиты от них людей имеют непреходящую ценность, а в некоторые моменты значимость данного направления актуализируется особенно сильно, так как населению важно понимать, что есть квалифицированные специалисты, научно разработанные системы и процессы предотвращения опасностей в промышленной, бытовой и городской среды как в условиях повседневной жизни, так и при чрезвычайных ситуациях.

Список литературы

1. Кривошеин, Д. А. *Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие для вузов / Д. А. Кривошеин, В. П. Дмитренко, Н. В. Горькова. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 340 с.*
2. Коробко, В.И. *Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие для бакалавров // В. И. Коробко, Л. С. Цветлюк. – М. : Институт непрерывного образования, 2016. - 347 с.*
3. Лин, Д. Г. *Демографические и социально-медицинские последствия Чернобыльской аварии на территории Беларуси: [монография] / Д. Г. Лин, С. В. Севдалев, Н. А. Бабурова. - Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2011. – 192 с.*

UDK 331.451

ACTUALIZATION OF HUMAN LIFE SAFETY IN THE MODERN CONTEXT

Sechko V.O., Sorokin I.G.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Vorobey A.V. – master of technical sciences, assistant of the department of EPE

Annotation. Human life safety as a scientific direction is of high importance for protecting a person from a number of dangers. With the aggravation of the socio-political situation, potential dangers can be used as an instrument of influence, which actualizes the importance of the effective work of specialists and the system of ensuring the safety of human life to prevent the implementation of risks and man-made disasters.

Keywords: human life safety, man-made disasters, accidents, technosphere, the Concept of national security of the Republic of Belarus

УДК 63.11:61.90.10

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УЧЕТА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ «ГОСАВТОИНСПЕКЦИИ»

Мирхосилов Э.Х.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Медведев О. С. – магистр техн. наук, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе рассматривается процесс эргономического проектирования веб-приложение, раскрывается актуальность и преимущества разрабатываемой системы.

Ключевые слова: веб-приложения, учет транспортных средств

Введение. Преимущества внедрения компьютерных технологий очевидны: ускорение деятельности организации при минимальных денежных затратах.

В настоящее время инспекторы Госавтоинспекции (ГАИ), отошли от регистрации транспортных средств, путем записи в журналы регистрации. Использование программного продукта позволяет значительно упростить инспекторам работу быстро и качественно осуществлять свои обязанности.

Целью проекта является повышение эффективности работы сотрудников ГАИ. Разработанный программный продукт дает такие возможности как: полный учет всех доступных данных об транспортных средствах, данные о владельцах возможность поиск и фильтр данных. Объектом исследования в данной работе является веб-приложение для учета данных, а предметом исследования – технологии разработки сервера и принципы проектирования эргономичных пользовательских интерфейсов [1].

Основная часть. При разработке данного веб-приложение используются операционная система Windows, языки программирования *Java*, *TypeScript*, база данных с использованием *PostgreSQL*.

Разработанный продукт является веб-приложением для сотрудников ГАИ, которое используется для учета данных об транспортных средствах.

Актуальность разработанной программы позволяет автоматизировать труд сотрудника ГАИ. Данные будут хранятся в отдельном сервере и подключение между сервером и клиентской частью будет проходить по защищенному протоколу *SSL*, это позволяет защитить данные от злоумышленников (рисунок 2). Также в системе предусмотрено вспомогательные функции такие как: поиск, отчетность и фильтрация, которая позволяет быстро находить данные и манипулировать с ними. Данная система значительно снижает трудоемкость сотрудника организации по ведению базы данных транспортных средств.

Исходя из существующих аналогов для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи:

- анализ существующих конкурентов для данной платформы, а также обзор технологии разработки;
- разработать эргономические требования для оптимизации структуры клиент- сервер. Для достижения поставленных задач разработан следующий функционал приложения:
 - авторизация;
 - восстановления забытого пароля;
 - добавление, изменение и удаление данных;
 - просмотр всех данных об транспортных средствах;
 - поиск и фильтрация;
 - система отчетов.

В ходе выполнения эргономического проектирования [3], разработаны алгоритмы работы пользователя, диаграмма вариантов использования, структурная схема взаимодействия пользователей (рисунок 1), определены эргономические требования к информации, предъявляемой пользователю, составлен сценарий информационного взаимодействия пользователя и компьютера, проведена эргономическая оценка пользовательского интерфейса.

В зависимости от должности сотрудника предоставляется доступ к системе, которая состоит из пяти режимов работы: администратор, старший сотрудник, младший сотрудник, инспектор ГАИ, сотрудник техосмотра. У каждого режима работы существует свой диапазон прав. При запуске системы сотрудник проходит процедуру авторизации посредством ввода данных своего логина и пароля и получает ограниченный доступ к функционалу системы.

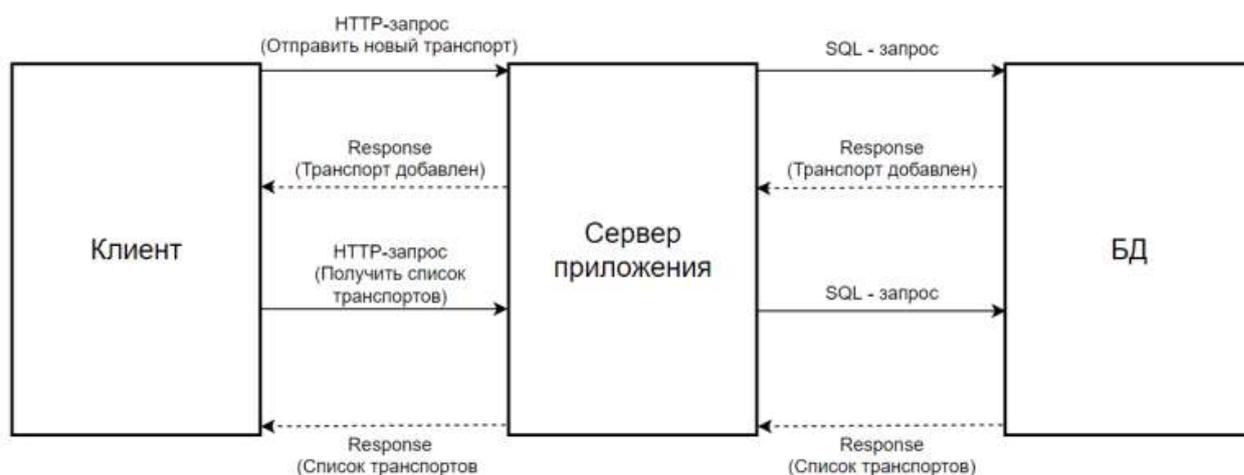


Рисунок 1 – Структура информационной системы

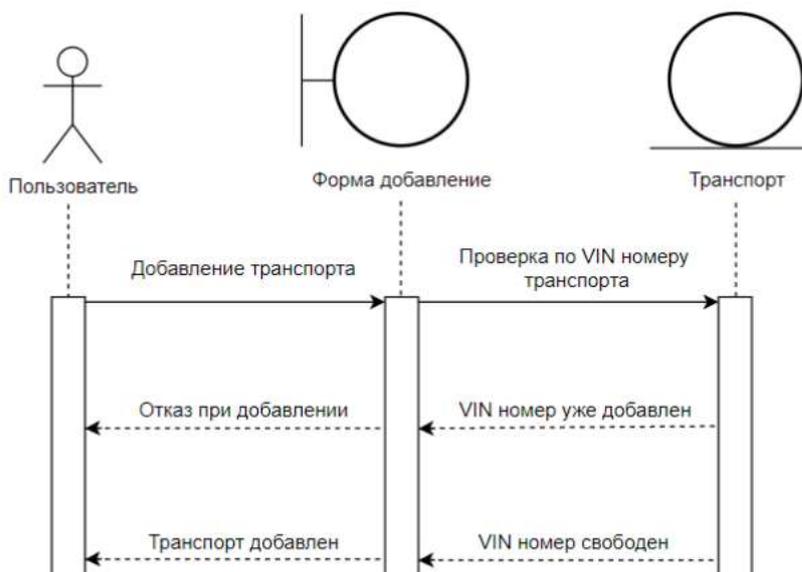


Рисунок 2 – Схема взаимодействия при добавление нового транспортного средства

Заключение. Использование разработанной системы позволит повысить эффективность, надежность, простоту и объем работы сотрудников ГАИ.

Разработанный продукт – это полноценная и работоспособная система автоматизации деятельности ГАИ, регистрирующего автомобили. В программе реализованы все функции, описанные в проектирование задачи, а также реализованы все основные задачи в управлении

базы данных: ведение информационной базы, поиск, фильтрация и создание отчётов. Программа предусматривает возможность дальнейшей доработки: добавление справочников, расширение функций.

Список литературы

1. Интеграция веб-приложений: эргономические аспекты [Электронный ресурс]. – Habr – 2006. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/alee/blog/122617> – Дата доступа: 20.03.2021.
2. Шупейко, И. Г. Теория и практика инженерно-психологического проектирования и экспертизы: [Электронный ресурс]. – Liberdoc – 2010. – Режим доступа: <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/1738> – Дата доступа: 20.03.2021.
3. Brad Green, Shyam Seshadri. AngularJS [Электронный ресурс]. – Amazon – 2017. – Режим доступа: <https://www.amazon.com/AngularJS-Brad-Green/dp/1449344852> – Дата доступа: 20.03.2021.
4. Особенности защиты веб-приложений с помощью WAF [Электронный ресурс]. – Habr – 2006. – Режим доступа: https://habr.com/ru/company/ru_mts/blog/594005 – Дата доступа: 20.03.2021.
5. Чистая Архитектура для веб-приложений [Электронный ресурс]. – Habr – 2006. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/493430/> – Дата доступа: 20.03.2021.
6. Material Design [Электронный ресурс]. – MaterialIO – 2018. – Режим доступа: <https://material.io/design> – Дата доступа : 23.02.2022.
7. The Clean Architecture [Электронный ресурс]. – Cleancoder – 2012. – <https://blog.cleancoder.com/uncle-bob/2012/08/13/the-clean-architecture.html> – Дата доступа : 23.02.2022.
8. Guide to app architecture [Электронный ресурс]. – Developer – 2016. – Режим доступа: <https://developer.android.com/jetpack/guide> – Дата доступа : 23.02.2022.

UDC 63.11:61.90.10

WEB APPLICATION FOR AUTOMATION OF VEHICLE RECORDING OF «STATE AUTO INSPECTION»

Mirkhosilov E.Kh.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Medvedev O. S. - master of technical sciences, assistant of the department of EPE

Annotation. The paper discusses the process of ergonomic design of a web application, reveals the relevance and advantages of the developed system.

Keywords: web applications, vehicle registration, traffic police

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ КОМПАНИИ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Сируть Е.Д.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Меженная М. М. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе описаны актуальность и функциональные задачи веб-приложения, предоставляющего возможности по управлению бизнес-процессами компании. Веб-приложение позволяет вносить, хранить, просматривать и редактировать данные сотрудников, проектов, контрагентов и иной информации в зависимости от специфики компании. В дополнение к вышеизложенным функциям такая система может использоваться как удобный мессенджер для обсуждения вопросов между руководителем проектов и исполнителями, возникающих в рамках задач или проекта, а также для просмотра статистики по доходам компании.

Ключевые слова: веб-приложение, бизнес-процессы, управление процессами, эргономическое обеспечение

Введение. На данный момент конкуренция среди компаний малого и среднего бизнеса требует от сотрудников навыка многозадачности, внимательности и скорости. В мире существует множество сервисов – почта, CRM-системы, мессенджеры, которые предназначены для облегчения выполнения ежедневных задач сотрудниками. Однако стремление к минимизации затрат человеческой энергии на восприятие информации и ускорение решения рутинных задач определяют актуальность разработки веб-приложения для управления бизнес-процессами компании.

Основная часть. Целью данной работы является создание веб-приложения, позволяющего вносить, хранить, просматривать данные сотрудников, проектов, контрагентов и иной информации. Ниже представлены скриншоты страниц веб-приложения (рисунки 1-3).

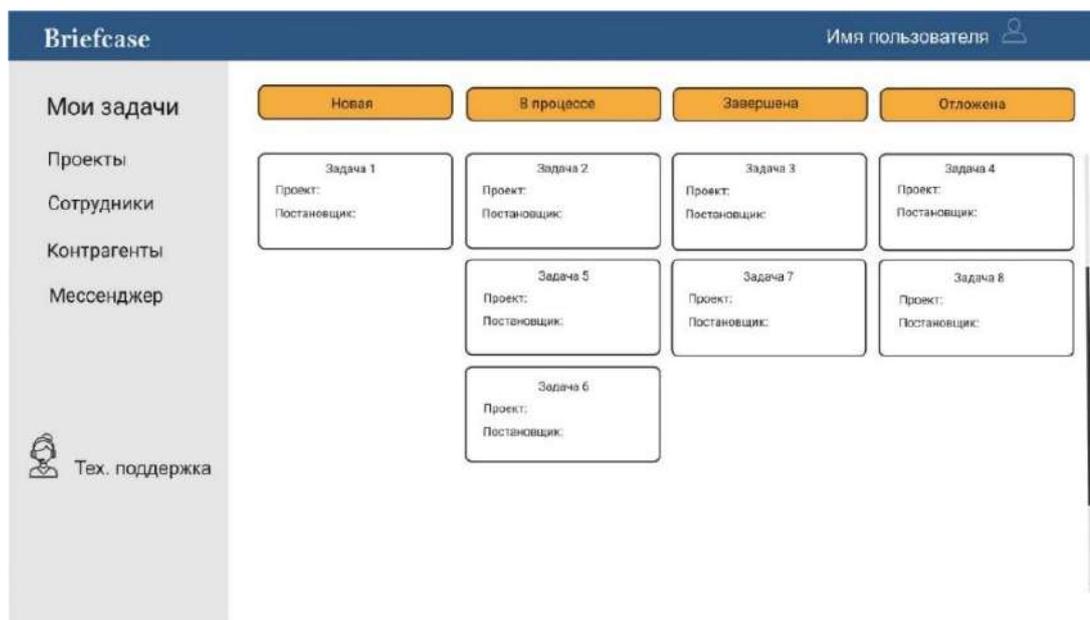


Рисунок 1 – Раздел «Задачи» на странице Мои задачи веб-приложения для управления бизнес-процессами компании

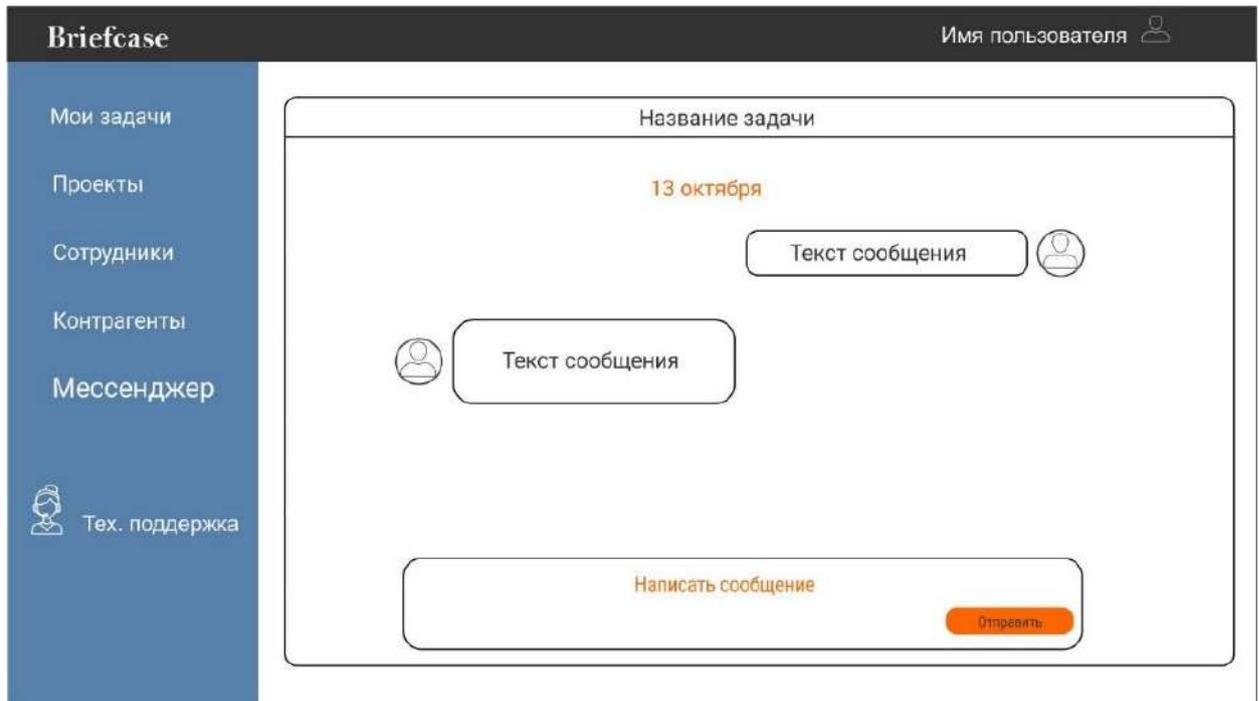


Рисунок 2 – Пример переписки на странице мессенджера веб-приложения для управления бизнес-процессами компании

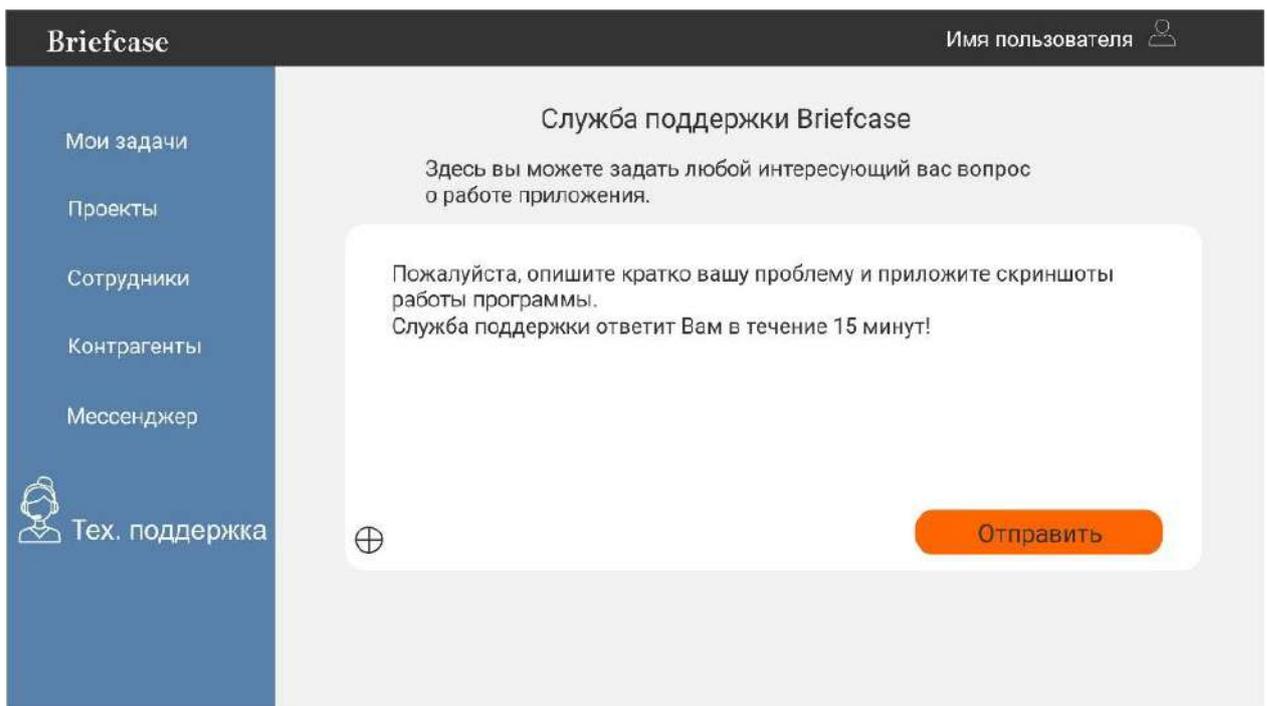


Рисунок 3 – Обращение в тех. Поддержку веб-приложения для управления бизнес-процессами компании

Такая система может использоваться как удобный мессенджер для обсуждения вопросов между руководителем проектов и исполнителями, возникающих в рамках задач или проекта, а также для просмотра статистики по доходам компании.

Сотрудники из разных отделов могут использовать данную систему для решения своих текущих задач: так, например, менеджер по развитию может просматривать данные клиентов, оформивших заявку на сайте компании, а руководитель проектов создавать проект и добавлять туда необходимых сотрудников для совместной реализации.

Заключение. Для достижения поставленных задач потребовалось разработать приложение со следующей функциональностью:

- регистрация личного аккаунта и его администрирование;
- просмотр страницы пользователя;
- добавление в контакты другого пользователя (подписка);
- редактирование своего списка контактов;
- отправка личного сообщения;
- удаление переписки;
- обращение в службу поддержки;
- добавление и удаление файлов/документов;
- создание, добавление, редактирование, удаление проектов и задач;
- поиск по проектам;
- удаление проектов и задач администратором;
- блокировка аккаунта администратором;
- обработка обращений в службу поддержки администратором.

Система реализована в виде веб-приложения на основе архитектурного шаблона *MVC* со следующим технологическим стеком:

- языки программирования *Python, JavaScript*;
- базы данных *SQLite3*;
- фреймворк *Django*;
- технологии: *HTML, CSS*.

Система соответствует архитектурным принципам микросервисных приложений [1].

Список литературы

1. Архитектура микросервисов [Электронный ресурс]. – *Habr* – 2016. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/mailru/blog/320962/>– Дата доступа : 20.02.2022.

UDC 615.1, 004.514, 004.9

WEB APPLICATION FOR COMPANY BUSINESS PROCESS MANAGEMENT AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Sirut E.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Mezhennaya M.M. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. The article describes the relevance and functional tasks of the web application for managing the company's business processes. The web application allows to enter, store, view and edit the data of employees, projects, contractors and other information depending on the specifics of the company. In addition to the above functions, the system can be used as a convenient messenger for discussing issues between a project manager and executors, as well as for viewing company revenue statistics.

Keywords: web application, business processes, process management, ergonomics

УДК 004.891

НЕЙРОННАЯ СЕТЬ ДЛЯ ПОИСКА БИОМАРКЕРОВ, ОГРАНИЧИВАЮЩИХ КОСТНУЮ ГЛАЗНИЦУ ЧЕЛОВЕКА

Бирилло А.А.,

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Осипович В.С. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе описаны актуальность и аспекты разработки нейронной сети для поиска биомаркеров, ограничивающих вход в костную глазницу человека. Особенностью системы является ее взаимодействие с другой нейронной сетью и корректировкой её работы. Разрабатываемая система сократит временные и трудовые затраты на обработку огромного массива информации, получаемого при медицинском обследовании.

Ключевые слова: нейронная сеть, костная глазница человека, биомаркеры

Введение. В клинической медицине при повреждении глазницы человека медицинский персонал тратит весомое количество времени на локализацию и анализ характера повреждений для последующего изготовления протезов или проведения сложных операций. Качественный анализ повреждения и предоставление точной информации лечащему врачу позволит ускорить восстановление пациента и уменьшить возможные осложнения после операции. Наиболее быстро и эффективно оценить локализацию повреждённых участков для последующей операции и подготовить имплантат можно с помощью нейронных сетей.

Базовым этапом такой работы, предваряющим расчет и изготовление импланта на 3D-принтере, является собственно поиск характерных точек (биомаркеров), ограничивающих костную глазницу человека, нуждающуюся в последующем восстановлении.

Основная часть. Цель работы – разработать нейронную сеть для поиска биомаркеров, ограничивающих костную глазницу человека. Существует множество программного обеспечения, ориентированного для применения в медицинской сфере, однако для решения конкретной задачи поиска биомаркеров на данный момент соответствующее программное обеспечение отсутствует. Наиболее перспективным подходом к решению данной задачи является применение нейросетевых технологий [1].

Для осуществления поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать различные варианты программного обеспечения для нанесения и визуализации биомаркеров, а также способах их хранения.
2. Подготовить обучающую, тестовую и проверочную выборку, каждая из которых представляет из себя наборы магнитно-резонансной томографии человеческой головы с повреждением глазниц и без, а также файла с координатами биомаркеров [2].
3. Разработать архитектуру нейронной сети для поиска биомаркеров ограничивающих костную глазницу [3].
4. Реализовать механизмы аугментации образцов из обучающей выборки.
5. Провести обучение нейронной сети.
6. Провести тестирование нейронной сети.
7. Реализовать механизм сохранения полученных результатов для их дальнейшей обработки другим ПО.

Структура разработанной нейронной сети приведена на рисунке 1. Пример работы реализованного программного обеспечения представлен на рисунке 2.

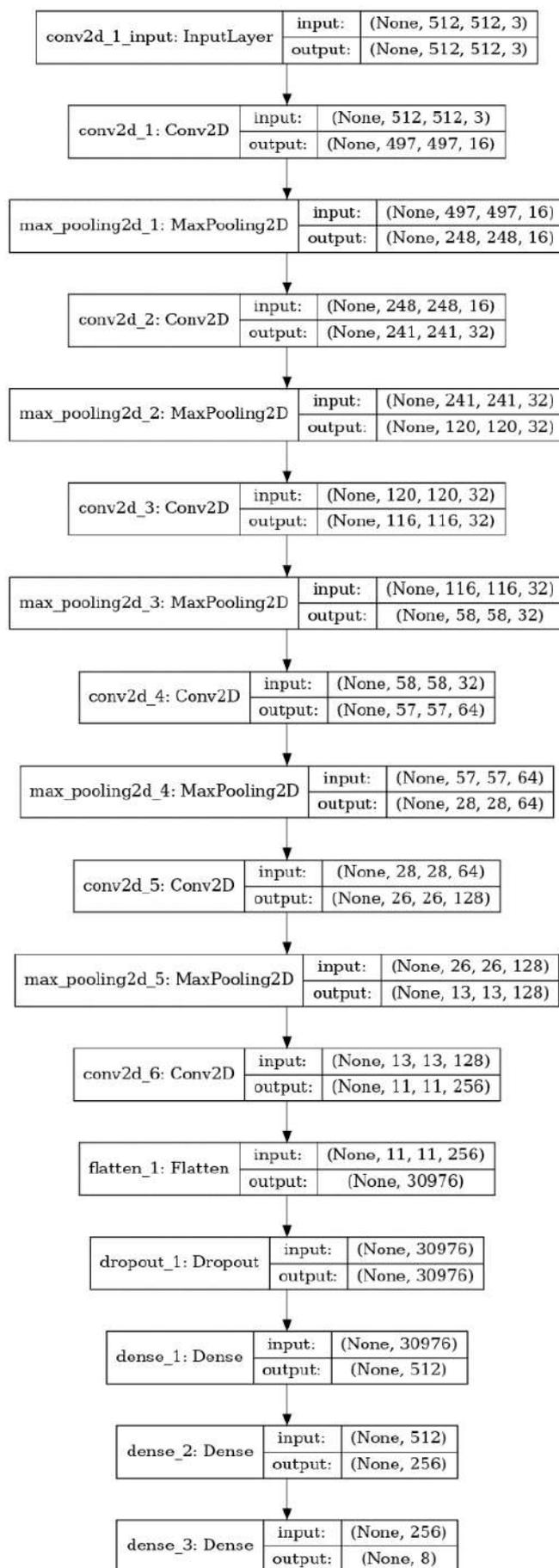


Рисунок 2 – Структура разработанной нейронной сети



Рисунок 1 – Пример входного изображения после анализа нейронной сетью: цифрами 1, 2, 3, 4 отмечены обнаруженные биомаркеры костной глазницы человека

Заключение. Использование разработанной архитектуры нейронной сети реализовано в виде внедрённого в десктопное приложение программного модуля, основывающегося на следующем технологическом стеке: язык программирования *Python3*; фреймворки для машинного обучения *Keras* и *TensorFlow*, а также средство разметки *VGG Image Annotator (VIA)*, *Nvidia CUDA*, *Anaconda*, *Docker*, *Jupyter notebook* и *PostgreSQL*.

Список литературы

1. Ф. Шолле Глубокое обучение на Python – Питер, 2019 – 389 с.
2. *Neural Network Architectures* [Электронный ресурс]. – TDS – 2010. – Режим доступа: <https://towardsdatascience.com/neural-network-architectures-156e5bad51ba>. – Дата доступа : 21.02.2022.
3. *UNet++: A Nested U-Net Architecture for Medical Image Segmentation* [Электронный ресурс]. – NCBI – 2013. – Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7329239/>. – Дата доступа : 21.02.2022.

UDC 004.891

NEURAL NETWORK FOR BIOMARKER SEARCH LIMITING THE HUMAN BONE EYEBALL

Birillo A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Osipovich V.S. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. The article describes the relevance and aspects of the development of neural network for biomarker search that limit the human bone eyeball. The feature of the system is its interaction with another neural network and the adjustment of its work. The developed system will reduce time and labor costs. This will reduce the human costs of processing a huge amount of information obtained during a medical examination.

Keywords: neural network, human bone eyeball, biomarkers

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ AGILE-ПРОЕКТАМИ

Шариун А.Л

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Николаев А.Ю. – магистр техники и технологии, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе описаны актуальность и функциональные задачи веб-приложения, предоставляющего возможности учёта сотрудников и продолжительности работ на agile-проектах. Особенностью системы является удобный доступ к информации, что позволит компании быстро получить данные о проектах и сотрудниках. Как результат разрабатываемая система позволит эффективно управлять информацией для более быстрого достижения бизнес-задач и получения прибыли в небольшой компании.

Ключевые слова: веб-приложение, управление agile-проектами, учёт сотрудников, учёт продолжительности работ

Введение. *Agile* – это группа методик для гибкого управления проектами в команде разработки программного обеспечения. Рабочий процесс при таком подходе разбивается на небольшие временные промежутки – спринты (от английского *sprint* – «бег на короткую дистанцию») или итерации [1]. Большинство компаний на этапе расширения и набора проектов сталкиваются с проблемой контроля времени работы сотрудников. Из этого следует актуальность разработки веб-приложения для управления *agile*-проектами и его кроссбраузерной поддержки как наиболее оптимальной с точки зрения покрытия целевой аудитории.

Основная часть. Целью данной работы является создание веб-приложения, предоставляющего функции обработки данных сотрудников и времени их нахождения на *agile*-проектах. Такая система может использоваться как сервис для развивающейся молодой компании и как платформа для дальнейшего развития текущего бизнеса в сфере информационных технологий, ориентированного на зарубежный рынок.

Далее представлены скриншоты страниц веб-приложения (рисунки 1-3).

Status	Start Date ↓	End Date	User name	Project name	Project Role	
Finished	05-01-2022 03:00:00	27-01-2022 02:59:59	Raphael Gilbert	Big project 2	Senior Software Developer	details
Finished	01-12-2021 03:00:00	02-12-2021 02:59:59	Demi Molloy	Big project 2	Middle Software Developer	details
Finished	01-12-2021 03:00:00	04-12-2021 02:59:59	Amir Bean	Big project 2	Junior Software Developer	details
Finished	02-01-2020 03:00:00	31-01-2020 02:59:59	Amir Bean	Big project 1	Junior Software Developer	details
Finished	01-01-0001 01:50:16	20-11-2021 11:38:09	Hawa Whyte	Big project 1	Junior Software Developer	details
Finished	01-01-0001 01:50:16	20-11-2021 11:38:09	Raphael Gilbert	Big project 3	Senior Software Developer	details
Finished	01-01-0001 01:50:16	20-11-2021 11:38:09	Jully Norris	Big project 3	Senior Software Developer	details
Finished	01-01-0001 01:50:16	20-11-2021 11:38:09	Hawa Whyte	Big project 3	Junior Software Developer	details

Рисунок 1 – Раздел «Assignments» на странице периода времени работы сотрудника на проекте в определённом статусе веб-приложения для управления *agile*-проектами

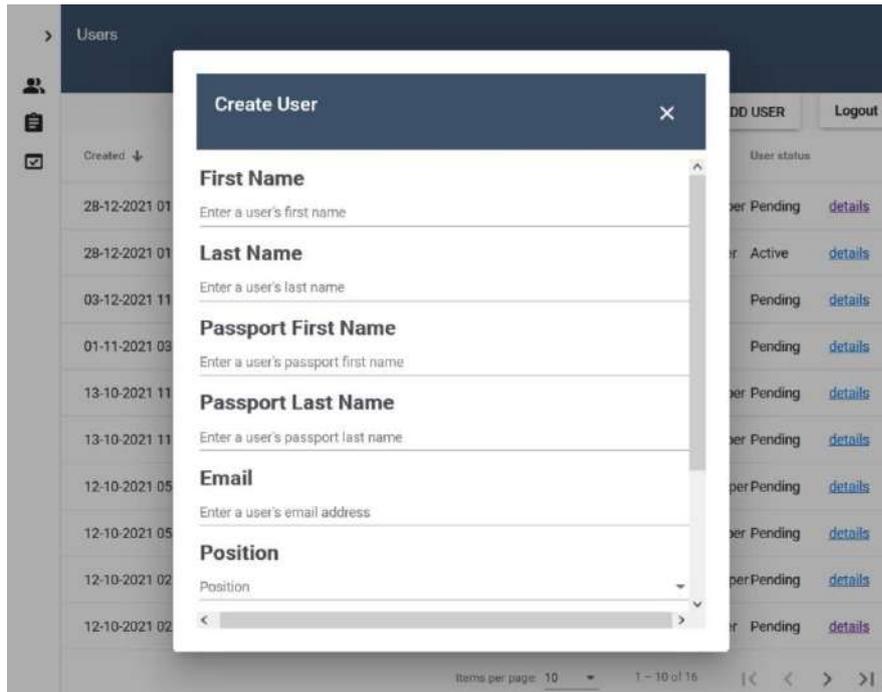


Рисунок 2 – Пример внесения информации о сотруднике веб-приложения для управления agile-проектами

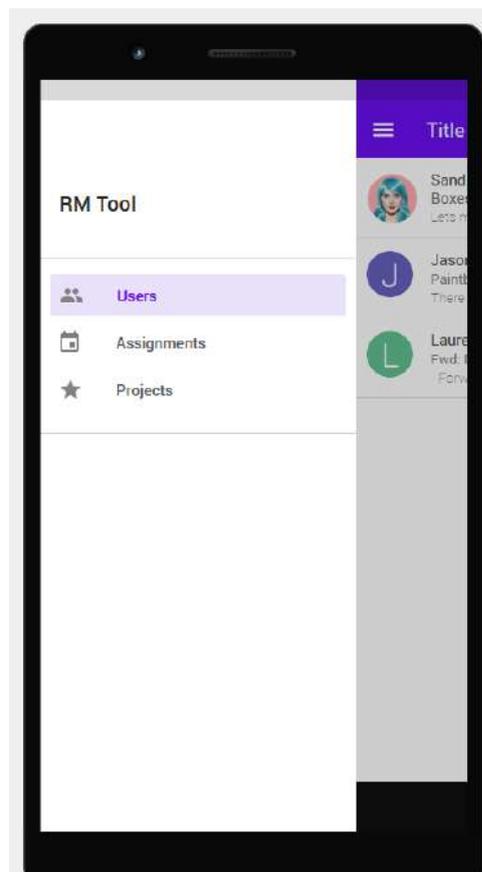


Рисунок 3 – Пример мобильной версии веб-приложения для управления agile-проектами

Так как разработка ориентирована на зарубежный рынок, следовательно, язык интерфейса – английский. Пользователем данной системы выступает менеджер проекта, который является администратором с правами полного доступа ко всем сотрудникам, проектам и времени сотрудника на проекте. Также система позволяет администратору прогнозировать тенденции развития компании. Ожидается, что менеджер не должен быть привязан к десктопу, поэтому предполагается реализация мобильной версии, что добавляет гибкости и мобильности данной разработке.

Приложение выполняет следующие задачи: управление информацией о текущих проектах, сотрудниках и их времени на проектах; графическое представление данных в зависимости от времени, чтобы определять тенденции развития компании.

Заключение. Для достижения поставленных задач потребовалось разработать приложение со следующей функциональностью:

- Авторизация администратора;
- Просмотр списка сотрудников, проектов и периода времени работы сотрудника на проекте в определённом статусе;
- Добавление сотрудников, проектов и периода времени работы сотрудника на проекте в определённом статусе;
- Редактирование сотрудников и проектов;
- Поиск по сотрудникам, проектам и времени работы на проекте;
- Сортировка по всем параметрам сотрудников, проектов и периода времени работы сотрудника на проекте в определённом статусе;
- Изменение статусов сотрудников.

Система реализована в виде веб-приложения на основе архитектурного шаблона *MVC* [2] со следующим технологическим стеком: языки программирования *C#*, *TypeScript*; базы данных *MS SQL*; фреймворки и библиотеки *Angular*, *ASP.NET*, *IdentityServer4*, *Swagger*; прочие технологии: *Microsoft Azure Services*. Система соответствует архитектурным принципам веб *API* и *SPA* [3].

Список литературы

1. Чистый Agile. Основы гибкости [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: https://www.rulit.me/data/programs/resources/pdf/Chisty-Agile-Osnovy-gibkosti_RuLit_Me_609745.pdf– Дата доступа : 21.02.2022.
2. Model-View-Controller [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Model-View-Controller>– Дата доступа : 23.02.2022.
3. ASP.NET - Single-Page Applications: Build Modern, Responsive Web Apps with ASP.NET [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/en-us/archive/msdn-magazine/2013/november/asp-net-single-page-applications-build-modern-responsive-web-apps-with-asp-net>– Дата доступа : 23.02.2022.

UDC 658.5, 004.9

WEB APPLICATION FOR AGILE PROJECT MANAGEMENT

Sharshun A.L.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Nikolaev A.Y. – master of engineering and technology, assistant of the department of EPE

Annotation. The article describes the relevance and functional tasks of the web application that provides the ability to account for employees and the duration of work on agile projects. The feature of the system is convenient access to information, which will allow the company to quickly obtain data on projects and employees. As a result, the developed system will allow to effectively manage information to achieve business goals faster and make a profit in a small company.

Keywords: web application, agile project management, employee tracking, time tracking

УДК 004.5+379.85+711.56

ВЕБ-РЕСУРС ТОРГОВОЙ ПЛОЩАДКИ

Максадов А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Бушик А.С. – магистр техники и технологии, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. По мере роста индустрии торговли возрастает конкуренция между торговыми направлениями. Создание бренда территории дает странам возможность сформировать уникальный образ и выделиться из множества других. Одним из эффективных каналов коммуникации, используемых для продвижения бренда продуктов и привлечения покупателей, является интернет, а из инструментов – веб-сайт. Основные задачи создания веб-сайта бренда продукта состоят в создании позитивного имиджа, в эффективном продвижении различных продуктов, а также в привлечении новых покупателей. В статье рассматриваются зарубежные практики использования веб-сайтов брендов продуктов: официальные торговые веб-ресурсы Amazon.com и Kufar.by, которые являются показательными примерами успешных практик брендинга территорий.

Ключевые слова: веб-сайт, PR-коммуникации, бренд, бренд территории, брендинг

Введение. В настоящее время веб-сайт является основным информационным ресурсом любого покупателя, независимо от профиля его деятельности. Сайт магазина – это витрина инновационного (онлайн-ового) и традиционного бизнеса [1,2].

Его основные функции:

- продажа товаров и услуг;
- обеспечение клиентов информацией о товарах и услуг;
- обеспечение корпоративной информацией о бизнесе;
- привлечение дополнительных клиентов и партнеров;
- установление двусторонней связи с посетителями ресурса.

Основная часть. Первоначально следует разработать структуру сайта: она шесть основных разделов: главная; виды товары; Авторизация; Корзина; контакты; о нас (рисунок 1).

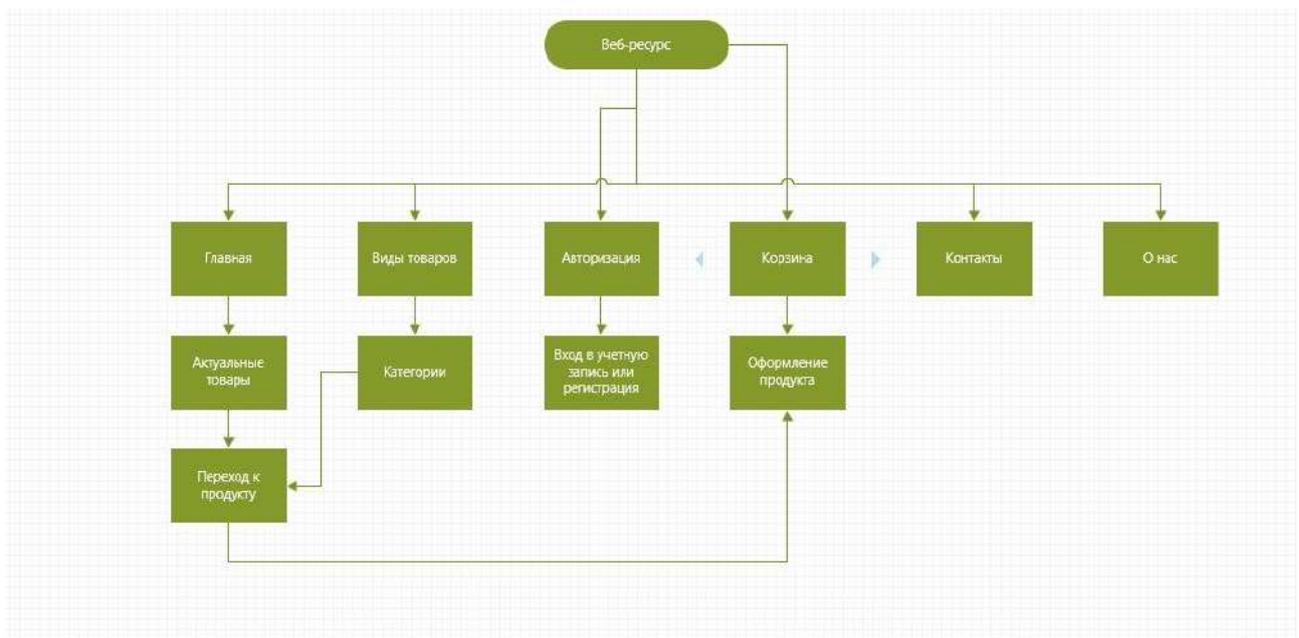


Рисунок 1 – Схема структурная веб-ресурса

Элемент «Главная» на странице предлагает возможность производить поиск актуальных продуктов, опубликованных на сайте в разделе «Актуальные товары».

Страница «Виды товаров» включает в себя множество различных товаров и приводит нас к разделу «Категории», где мы можем выбрать какого типа или характера нам нужен товар.

Страница «Авторизация» в этом разделе мы можем перейти к другому разделу «Вход в учетную запись или регистрация» в данном разделе мы можем зайти уже на существующий аккаунт или создать новый.

Страница «Корзина» в этом разделе мы можем посмотреть, что у нас есть в корзине, если в корзине есть продукты мы можем перейти в раздел «Оформление продукта».

Заключение. Подводя итог, можно отметить следующее. Использование веб-сайтов является действенным коммуникационным инструментом в сфере продвижения туристических брендов, продуктов и услуг [3,4]. К его преимуществам относятся:

1. Доступность.
2. Способность вовлекать в коммуникацию неограниченное число пользователей.
3. Интерактивные возможности взаимодействия с целевыми аудиториями, которые кроются в наличии непосредственного контакта между аудиторией и субъектом PR, а также обеспечиваются современным уровнем развития интернет-технологий.
4. Ориентация на пользовательские запросы, собираемые как через систему обратной связи, так и посредством использования инструментов интернет-аналитики.

Промо-визуализация туристических брендов за счет использования мультимедийных технологий оказывает большее влияние на принятие решений потенциальным потребителем, чем стандартные буклеты, каталоги и листовки [5,6].

Список литературы

1. React // A JavaScript library for building user interfaces [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа: <https://reactjs.org>. – Дата доступа: 23.02.2022.
2. MDN // Resources for Developers, by Developers [Электронный ресурс]. – 1998. – Режим доступа: <https://developer.mozilla.org>. – Дата доступа: 23.02.2022.
3. LearnJS // Современный учебник JavaScript [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа: <https://learn.javascript.ru>. – Дата доступа: 23.02.2022.
4. Next.js // The React Framework for Production [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа: <https://nextjs.org>. – Дата доступа: 23.02.2022.
5. HTML и CSS. Разработка и дизайн веб-сайтов / Джон Дакетт : [пер. с англ. М.А. Райтмана]. – М.: Эксмо, – 2020. – 480 с.
6. 5 проектов Web-сайтов от фотоальбома до магазина / Митчелл С. – М.: ИТ Пресс, – 2013. – 224 с.

UDC 004.5+379.85+711.56

WEB RESOURCE OF THE TRADING PLATFORM

Maksadov A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Bushik A.S. – master of engineering and technology, senior lecture of the department of EPE

Annotation. As the trade industry grows, competition between trade areas increases. Creating a territory brand gives countries the opportunity to create a unique image and distinguish themselves from many others. One of the effective communication channels used to promote the brand of products and attract customers is the Internet, and the website is one of the tools. The main tasks of creating a product brand website are to create a positive image, to effectively promote various products, as well as to attract new customers. The article discusses foreign practices of using websites of product brands: the official trading web resources Amazon.com and Kufar.by, which are good examples of successful practices of territory branding.

Keywords: website, PR communications, brand, territory brand, branding

УДК 65.011.56

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОТЫ СПЕЦИАЛИСТА ПО КАДРАМ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Новик А.Г.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Воробей А.В. – магистр техн. наук, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Работа содержит алгоритм взаимодействия пользователя с системой, а также функциональные задачи десктопного приложения для выполнения всех функций специалиста по кадрам. Разрабатываемая система позволит автоматизировать и упростить процесс трудоустройства сотрудника на работу.

Ключевые слова: отдел кадров, эргономическое обеспечение, алгоритм взаимодействия пользователя с системой

Введение. Отдел кадров – структура в организации, которая занимается управлением персоналом. Отдел кадров является не только функциональной единицей, это еще и лицо компании, так как именно в отделе кадров любой соискатель начинает знакомиться с организацией. Цель отдела кадров – это способствование достижению целей предприятия путем обеспечения предприятия необходимыми кадрами и эффективного использования потенциала работников. Подбор работников ведется с помощью специально разработанных стратегий: подачи информации о вакансиях в средствах массовой информации и службы занятости населения, применения методик отбора, тестирования, процедур адаптации специалистов и последующего повышения квалификации [1].

Отдел кадров обеспечивает работу с персоналом на предприятии. В основные должностные обязанности отдела кадров на предприятии входит оформление трудовых отношений с работниками, обеспечение кадровыми ресурсами, обучение личного состава, ведение кадрового делопроизводства. Конкретный объем функциональных обязанностей отдела кадров зависит от специфики предприятия, численности и контингента его сотрудников [1].

Основная часть. Целью разработки программного средства для автоматизации работы специалиста по кадрам является разработка программы, которая будет осуществлять ведение базы данных, содержащей информацию о сотрудниках на основании заполненной личной карточки по форме Т–2, учёт движения личного состава, ведение штатного расписания должностей сотрудников, расчёт дней отпуска на основании нормативного расчёта, ведение табеля отпусков, экспорт необходимых данных в службы *Microsoft Excel*, а так же генерировать документы *Microsoft Word*.

Для каждого предприятия отдел кадров является важной структурой, которая занимается управлением персоналом. Отдел кадров является не только функциональной единицей, а ещё и лицом компании, так как именно в отделе кадров любой соискатель начинает знакомиться с предприятием. Основная задача отдела кадров – правильно учитывать работу сотрудников, определять количество рабочих, выходных для расчёта отпусков и подачи сведений в бухгалтерию предприятия.

Учитывая разработанный процесс работы системы, а также преимущества и недостатки уже существующих программно-аппаратных комплексов, определены задачи, которые должно решать разрабатываемое приложение:

1. Хранение фотографий сотрудников в базе.
2. Расчёт отпускных дней.

3. Просмотр и поиск необходимой пользователю информации.
4. Сортировка данных по различным критериям.
5. Ведение движения личного состава.
6. Ведение табеля отпусков сотрудников за период.
7. Генерация необходимых документов в *Microsoft Word*.
8. Экспорт данных в *Microsoft Excel*.

Макеты основных окон приложения представлены на рисунках 1-3 [1,2,3].

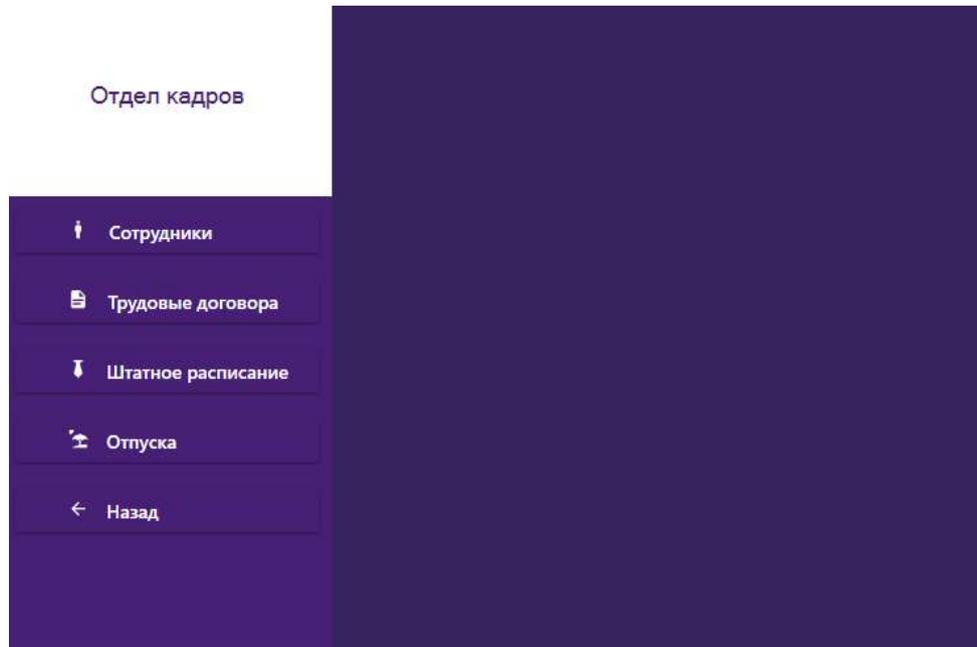


Рисунок 1 – Главное меню приложения

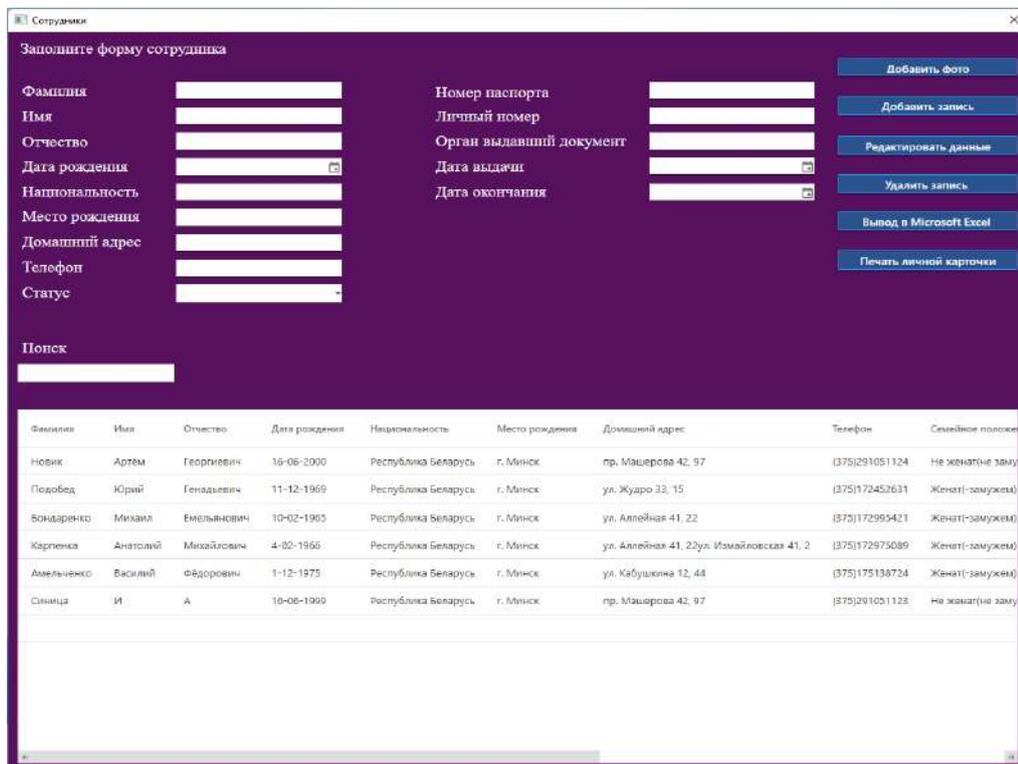


Рисунок 2 – Окно «Сотрудники»

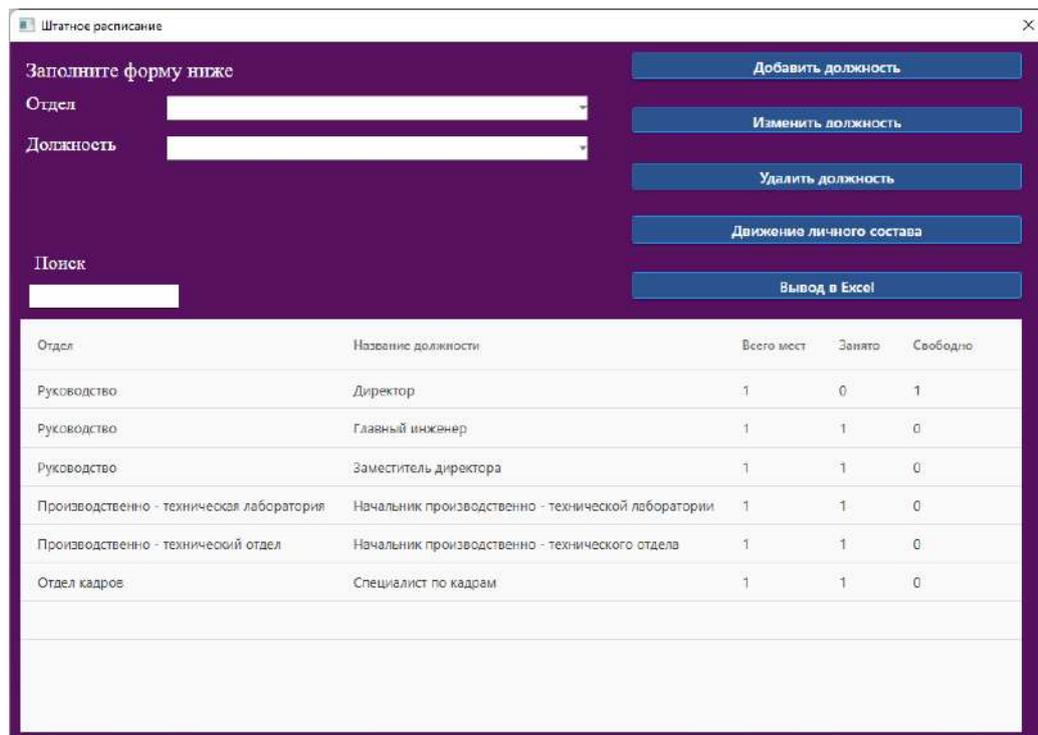


Рисунок 3 – Окно «Штатное расписание»

Заключение. На выходе мы получаем готовую систему в виде многооконного десктопного приложения, написанного на языке программирования C# [2], используя инструмент *ADO.Net* для подключения к серверу базы данных [3]. В качестве технологии для разработки приложения выбрана *Windows Presentation Foundation* [4], которая позволяет разделить логику приложения от пользовательского интерфейса.

Список литературы

1. Шупейко, И. Г. *Эргономическое проектирование систем «человек-компьютер-среда»*. Курсовое проектирование : учеб.-метод. пособие / И. Г. Шупейко. – Минск : БГУИР, 2012. – 92 с.
2. *Visual C# [Электронный ресурс]*. – C# – 2011. – Microsoft, 2021-2022 – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/csharp/tour-of-csharp/>– Дата доступа 20.03.2022.
3. *WPF [Электронный ресурс]*. – WPF – 2011. – Microsoft 2021-2022 – Режим доступа: <https://metanit.com/sharp/adonet/>- Дата доступа 20.03.2022.
4. *Ado.Net [Электронный ресурс]*. – Ado – 2013. – Microsoft 2021-2022 – Режим доступа: <https://metanit.com/sharp/wpf/>- Дата доступа 20.03.2022.

UDC 65.011.56

SOFTWARE TOOL FOR AUTOMATING THE WORK OF A HUMAN RESOURCES SPECIALIST AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Novik A.G.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Vorobey A.V. – master of technical sciences, assistant of the Department of EPE

Annotation. The work contains the algorithm of user interaction with the system, as well as functional tasks of the desktop application to perform all the functions of the human resources specialist. The developed system will automate and simplify the process of employment of the employee.

Keywords: personnel department, ergonomic support, user interaction algorithm with the system

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ CRM+ERP НА БАЗЕ SALESFORCE

Беззубенко Е.Д.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Давыдович К.И. – магистр техн. наук, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье рассматривается информационная система, которая позволит оптимизировать управление предприятием с помощью CRM системы *Salesforce*. Данная информационная система позволит управлять циклом производства, включая заявки и прайс-листы на закупку различных компонентов, также есть возможность создать обращение для устранения различных вопросов по поводу наличия на складе определённых продуктов и их доставке.

Ключевые слова: информационная система, *Salesforce*, управление

Введение. Информационная система управления предприятием – важный и удобный инструмент грамотной организации работы фирмы. Главные плюсы и достоинства информационных систем управления предприятиями заключаются в том, что при наличии таковой, руководитель способен получать актуальную и достоверную информацию обо всей деятельности компании без временных задержек и излишних передаточных звеньев, следить за работой персонала [1].

Для эффективного управления предприятием была использована система *Salesforce*. *Salesforce* – это CRM-система, которая функционирует в облаке. Она позволяет компаниям настраивать маркетинг, продажи и коммуникации и эффективнее работать с клиентами. Основное преимущество CRM-системы в том, что она может принести пользу практически любому организационному подразделению – от продаж и обслуживания клиентов до рекрутинга, маркетинга и развития бизнеса. Хранение всей информации о клиентах в одном месте, регистрация проблем с обслуживанием, определение возможностей продаж – это всего лишь несколько возможностей, которые предоставляет CRM [2].

Основная часть. Объектом исследования для данной работы является информационная система на базе CRM системы *Salesforce*.

Предметом исследования является информационная система управления предприятием. Целью работы является реализовать систему управления в виде программной оболочки на платформе *Salesforce* для дальнейшего пользования клиентам. Реализовать для этой системы конвертацию объектов из клиентского приложения в объекты платформы *Salesforce*, а также возможность администрирования системы.

Методы исследования – методы усовершенствования информационных систем управления, язык программирования *Apex*, язык разметки *VisualForce*, язык *SOQL*, платформа *Salesforce*.

Область применения – созданная система может быть использована для администрирования сайта по управлению предприятием с возможностью управления со стороны пользователя.

На рисунке 1 представлена одна из страниц сайта, на которой изображены заявки на заказ компонентов, скидки на некоторые продукты для предприятия, также присутствуют вкладки с информацией о компании, договоры, прайс-листы, новости и обращение к компании.



Рисунок 1 – Страница сайта с заявками на заказ компонентов и актуальными скидками

На рисунке 2 представлена страница с заявкой на заказ компонентов, также на странице находятся обработка заказа, контактные данные, сумма за заказ, раздел с отгрузкой и доставкой товара. Вдобавок, на странице указан список позиций в заказе, а также присутствуют примечания и вложения с указанной в pdf формате заявкой на продукцию.

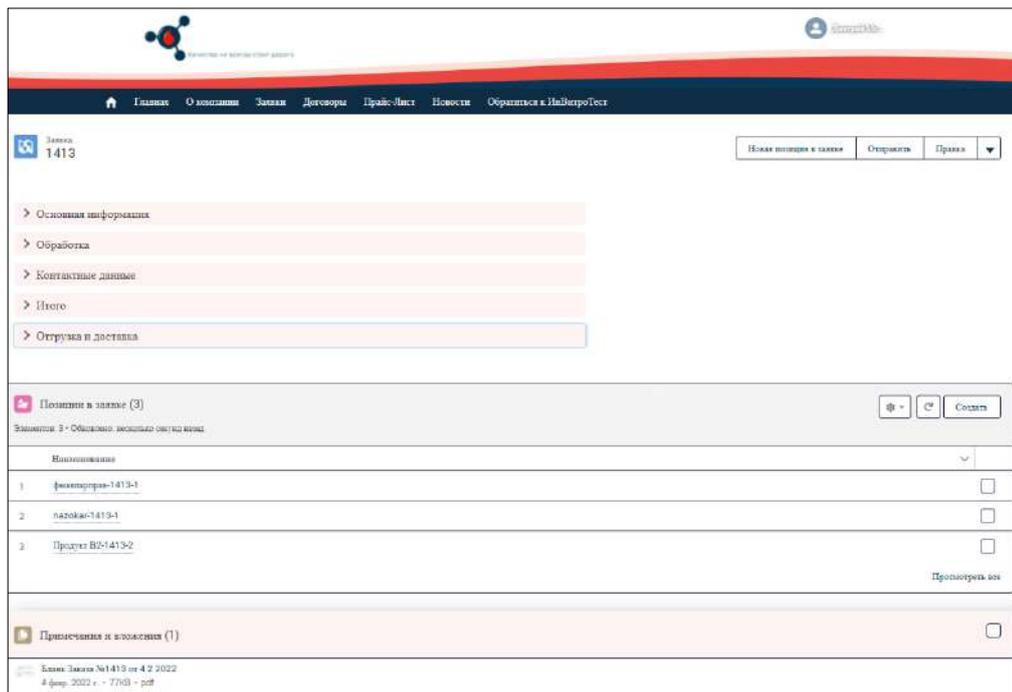


Рисунок 2 – Страница сайта с заявкой на заказ компонентов

В данном проекте разработан сайт с интеграцией с платформой *Salesforce* и добавлением функционала на языке программирования *Apex*.

Salesforce CRM является лучшей и самой популярной *CRM* в отрасли не зря – она обеспечивает функциональность, не похожую ни на что другое, что когда-либо были на рынке, с бесчисленными способами роста и развития стратегии управления отношениями. Однако это не самая простая вещь, которую когда-либо применяли для своего бизнеса. Это тот

инструмент, который понадобится, чтобы один человек или группа людей использовали их в вашей организации [3].

Apex – это собственный язык, разработанный *Salesforce.com*. Согласно официальному определению, *Apex* – это строго типизированный объектно-ориентированный язык программирования, который позволяет разработчикам выполнять операторы управления потоком и транзакциями на сервере платформы *Force.com* в сочетании с вызовами *API*-интерфейса *Force.com*. Он имеет *Java*-подобный синтаксис и действует как хранимые процедуры базы данных. Он позволяет разработчикам добавлять бизнес-логику к большинству системных событий, включая нажатия кнопок, обновления связанных записей и страницы *Visualforce*. Код *Apex* может быть инициализирован запросами веб-службы и триггерами на объектах. *Apex* входит в состав *Performance Edition*, *Unlimited Edition*, *Enterprise Edition* и *Developer Edition* [4].

Заключение. В результате исследования было разработано бизнес-приложение, а также система администрирования на платформе *Salesforce*. Были реализованы специфичные для этой системы возможности управления объектами со стороны пользователя, а также была произведена интеграция с платформой *Salesforce*.

Список литературы

1. Информационные технологии и управление предприятием / В. В. Баронов, Г. Н. Калянов, Ю. Н. Попов, И. Н. Титовский. – М. : Компания АйТи, 2009. –328 с.
2. Применение системы *Salesforce* [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа: <https://www.kpms.ru/Automatization/Salesforce.htm> /– Дата доступа : 27.02.2022.
3. Обзор *Salesforce CRM* [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <https://ecommerce-platforms.com/ru/articles/salesforce-crm-review/>– Дата доступа : 27.02.2022.
4. *Апекс – краткое руководство* [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа : <https://coderlessons.com/tutorials/kompiuternoe-programmirovaniie/izuchite-apex-programmirovaniie/>–Дата доступа : 27.02.2022.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

INFORMATION SYSTEM FOR ENTERPRISE MANAGEMENT CRM+ERP BASED ON SALESFORCE

Bezzubenko E.D.

Belarusian State University of Informatics and Radio electronics, Minsk, Republic of Belarus

Davydovich K.I. – master of technical sciences, sssistant of the department of EPE

Annotation. The article discusses an information system that will optimize enterprise management using the *Salesforce CRM* system. This information system will allow you to manage the production cycle, including requests and price lists for the purchase of various components, it is also possible to create an appeal to resolve various issues regarding the availability of certain products in stock and their delivery.

Keywords: information system, *Salesforce*, management

УДК 004.777:331.101.1

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ «ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА» И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Беляев Н.П.,

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Бобровничая М.А. – старший преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе представлена краткая характеристика дипломного проекта, где содержится краткое описание создаваемой системы, некоторые её функции и достоинства.

Ключевые слова: веб-приложение, электронная библиотека

Введение. Целью работы является разработка веб-приложения электронной библиотеки, позволяющее повысить эффективность и эргономичность процесса использования приложения.

Основная задача электронных библиотек – интеграция информационных ресурсов и эффективная навигация в них. Если традиционная библиотека оперировала преимущественно документами, как отдельными единицами хранения, то в электронной библиотеке важнейшей функцией становится анализ доступных произведений и их подбор по параметрам [1].

Постоянно растущее число как самой печатной продукции, так и ее потребителей, создало проблему недостаточно быстрого процесса предоставления готового продукта, что связано с довольно трудоемким и материалоемким процессом печати.

Решением данной проблемы для авторов стала появившаяся возможность выкладывать своё произведение на сайтах, а для читателей – возможность его приобретения на этих сайтах. Это позволяет авторам быстрее предоставлять свои работы, а также получать с них дивиденды для продолжения своего творчества.

Так появились и стали пользоваться популярностью электронные библиотеки, отличительной особенностью которых является быстрота обработки запроса, доступность и удобство.

Основная часть. Разработанное веб-приложение электронной библиотеки предоставит пользователям возможность размещать свои произведения для чтения другими пользователями, быстро получать доступ к публикациям различных авторов, а также оставлять отзывы и комментарии к произведениям, что обеспечит автору обратную связь с читателями. Кроме того, в приложении реализован поиск произведений по разным критериям (автор, жанр, рейтинг и т.д.) Автоматизированное хранение и обработка данных произведений делает работу с ними простой, удобной и эффективной.

При создании веб-приложения были выделены следующие показатели эффективности:

- автоматизация предоставления пользователям произведений;
- повышение производительности пользователей, решивших выложить своё произведение;
- улучшение взаимодействия с пользователями.

Указанные показатели отражают цель – создание веб-приложения электронной библиотеки, позволяющее повысить эффективность и обеспечить эргономичность процесса взаимодействия пользователей. Таким образом, разработанное приложение призвано помочь пользователям быстро найти и получить необходимое произведение или же предоставить свое для других пользователей. Также реализованы обширные возможности для поиска необходимого произведения: поиск по названию, жанру, дате, автору.

Для достижения поставленной цели были реализованы следующие задачи:

- выполнен аналитический обзор научной и технической литературы по проблемам эргономического проектирования и оценки образовательных информационных систем;
- осуществлен сравнительный анализ аналогичных веб-приложений;

- определены основные направления автоматизации в рамках темы проекта;
- разработаны эргономические требования для оптимизации деятельности пользователей;
- выполнено проектирование веб-приложения электронной библиотеки с учетом эргономических требований.

Работа по анализу уже существующих аналогов показала, что существующие приложения обладают недостаточным набором функционала. Так, например, добавление произведений является довольно сложным процессом, как и редактирование произведений, и возможность онлайн чтения. В представленном приложении уделено особое внимание устранению этих недостатков.

Прототип приложения, отображающий новые книги для пользователей, представлен на рисунке 1.

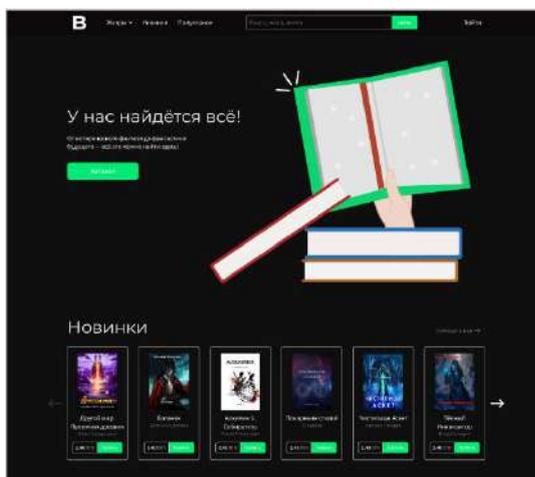


Рисунок 1 – Новые книги для пользователей

Заключение. Система реализована в виде веб-приложения на основе архитектурного шаблона MVC со следующим технологическим стеком: язык программирования *Java*, реляционные базы данных (*MySQL*, *OracleDB*, *PostgreSQL*), клиент-серверная архитектура и объектно-ориентированное программирование [2].

Список использованных источников

- 1.Пронькина В. А. Электронные библиотеки: вчера, сегодня, завтра. [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/elektronnye-biblioteki-vchera-segodnya-zavtra>. – Дата доступа : 01.02.21.
- 2.Model-View-Controller [Электронный ресурс]. – MVC – 2015. – Режим доступа:<https://ru.hexlet.io/blog/posts/chto-takoe-mvc-rasskazываем-prostymi-slovami>– Дата доступа : 01.02.21.

UDC 004.777:331.101.1

DEVELOPMENT OF THE WEB APPLICATION OF THE ELECTRONIC LIBRARY AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Bialiayeu M. P.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Bobrovnichaiа M.A. – senior lecturer of the department of EPE

Annotation. The paper presents a brief description of the graduation project, which contains a brief description of the system being created, some of its functions and advantages.

Keywords: electronic library, web application

УДК 004.777:52

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АСТРОФИЗИКИ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Гич М.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Давыдович К.И. – магистр техн. наук, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе рассматривается разработка и эргономическое проектирование веб-приложения. Также в работе указаны преимущества специализированной тематики обучающего приложения.

Ключевые слова: веб-приложение, обучающие приложения, астрофизика

Введение. Целью работы является разработка веб-приложения для изучения астрофизики, позволяющего углубленно изучать данную дисциплину.

Основная задача обучающего веб-приложения – приобретение знаний в определённой области [1].

В связи с появлением и популярностью различных информационных технологий, многие процессы обучения начали протекать именно в Интернете. Однако большая часть ресурсов для обучения предоставляют материалы только по более популярным и общим дисциплинам, а найти что-то узкоспециализированное является очень сложной задачей.

Решением данной проблемы является создание веб-приложения, которое не собирает все в отрасли знаний, а специализируется на какой-то одной дисциплине и имеет наиболее полное собрание материалов по данной теме.

Основная часть. Разработанное веб-приложение для изучения астрофизики предоставит возможность пользователям получить наиболее полную и подробную информацию о дисциплине, что приводит к избавлению от поиска интересующей темы на разных ресурсах и возможности закреплять пройденный материал.

При создании веб-приложения были выделены следующие показатели эффективности:

- наличие теоретической и практической части наиболее важных разделов дисциплины;
- повышение вовлеченности пользователей;
- улучшение взаимодействия с пользователями.

Указанные показатели отражают цель – создание веб-приложения для изучения астрофизики, позволяющее повысить эффективность и обеспечить эргономичность процесса взаимодействия пользователей. Таким образом, разработанное приложение призвано помочь потенциальным пользователям быстро получить необходимую информацию.

Для достижения поставленной цели были реализованы следующие задачи:

- выполнен аналитический обзор научной и технической литературы по проблемам эргономического проектирования и оценки образовательных информационных систем;
- осуществлен сравнительный анализ аналогичных веб-приложений;
- разработаны эргономические требования для оптимизации деятельности пользователей;
- выполнено проектирование веб-приложения для изучения астрофизики с учетом эргономических требований.

Так же была проведена работа по анализу уже существующих аналогов, было выделено, что не все аналоги обладают возможностью практического закрепления материала. Но наиболее важно, что из всего множества обучающих приложений не было выделено ни одного приложения, которое бы специализировалось именно на астрофизике.

Прототип приложения, отображающий главную страницу с общедоступными лекциями, представлен на рисунке 1.

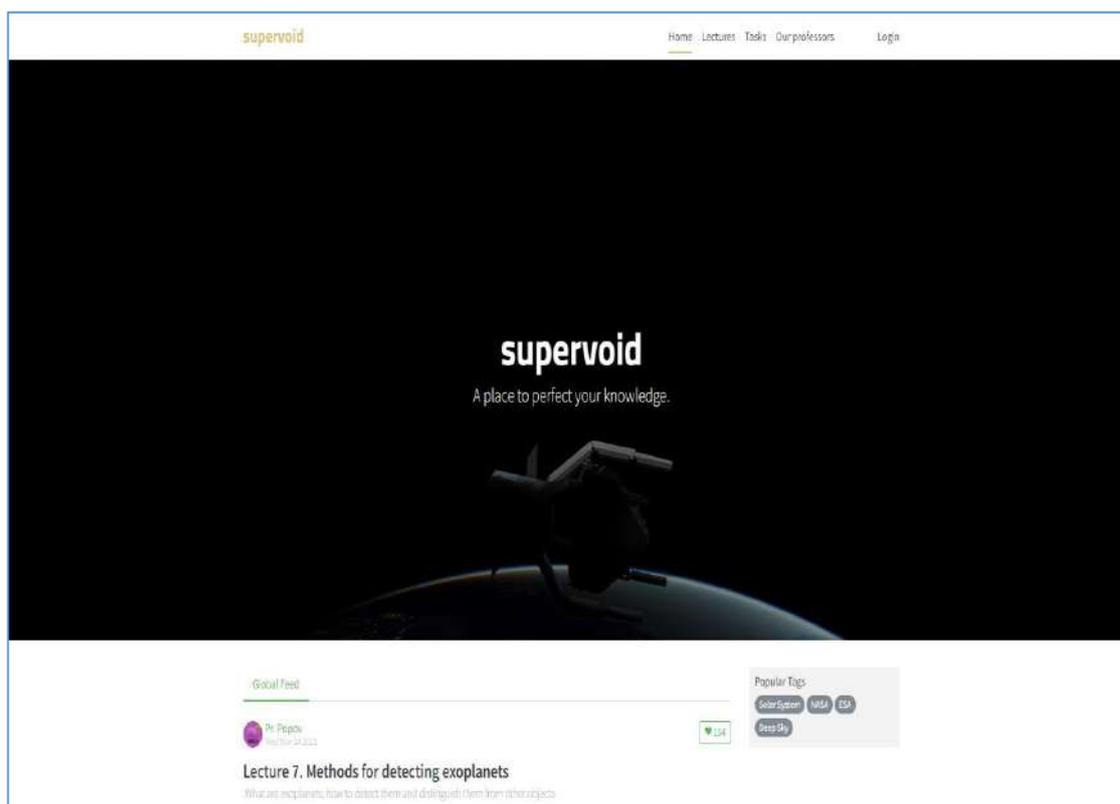


Рисунок 1 – Главная страница

Заключение. Система реализована в виде одностраничного веб-приложения [2] на основе архитектурного шаблона *MVC* [3] со следующим технологическим стеком: языки программирования *JavaScript*, *Node.js* и фреймворк *ReactJS*, реляционная база данных (*MySQL*), клиент-серверная архитектура и объектно-ориентированное программирование.

Список использованных источников

1. Как создать обучающее приложение и сколько оно стоит [Электронный ресурс] – Ichi – 2016. – Режим доступа: <https://ichi.pro/ru/kak-sozdat-obucaesee-prilozhenie-i-skol-ko-ono-stoit-228829692011230> – Дата доступа : 23.03.22.
2. Model-View-Controller [Электронный ресурс]. – Codenet – 2017. – Режим доступа: <http://www.codenet.ru/webmast/js/spa/> – Дата доступа : 11.02.22.
3. Model-View-Controller [Электронный ресурс]. – Hexlet – 2018. – Режим доступа: <https://ru.hexlet.io/blog/posts/chto-takoe-mvc-rasskazyvaem-prostymi-slovami> – Дата доступа : 14.03.22.

UDC 004.777:52

DEVELOPMENT OF THE WEB APPLICATION OF THE ELECTRONIC LIBRARY AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Gich M. S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Davydovich K.I. - master of technical sciences, assistant of the department of EPE

Annotation. The paper considers the development and ergonomic design of a web application. The paper also shows the advantages of specialized topics of the training application.

Keywords: web application, educational applications, astrophysics

УДК 004.42

МЕДИЦИНСКАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПОЛИКЛИНИКИ И ЕЕ ИНЖЕНЕРНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Гриб Д.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Шупейко И.Г. – канд. психол. наук, доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе представлена цель, задачи и краткая характеристика разрабатываемой медицинской информационной системы, ее актуальность и основной функционал. Также в работе представлено описание средств реализации данной системы.

Ключевые слова: информационная система, автоматизация, веб-приложение, *.NET*, *C#*, *Entity Framework*, *ASP.NET*, *MS SQL Server*

Введение. Целью проекта является разработка медицинской информационной системы, предназначенной для поликлиники. Система представляет собой веб-приложение, позволяющее осуществлять основные действия по обслуживанию пациентов поликлиникой и автоматизировать процессы, связанные с хранением и обработкой информации, необходимой для функционирования поликлиники.

При разработке системы были использованы такие технологии, как платформа *.NET*, язык программирования *C#*, *Entity Framework*, *ASP.NET*, *MS SQL Server*.

Основная часть. Медицинская информационная система – интегрированная или комплексная информационная система, предназначенная для автоматизации лечебно-диагностического процесса и сопутствующей медицинской деятельности медицинской организации.

Проектируемая система должна решать следующие задачи:

1. Информационная поддержка оказания медицинской помощи.
2. Информационная поддержка процесса управления медицинской организации.
3. Информационная поддержка процессов работы с пациентами.

Актуальность данной информационной системы обусловлена важностью самой предметной области, а также необходимостью повышения эффективного медицинского сервиса. Медицина является одной из важнейших сфер человеческой деятельности. Система здравоохранения – одна из основных отраслей государства, направленная на удовлетворение медицинских потребностей человека. От ее эффективности напрямую зависит жизнь и здоровье каждого человека. Одним из способов повышения эффективности здравоохранения является автоматизация медицинских процессов. Она включает в себя комплекс технических и организационных мер по внедрению и эксплуатации различных технических и программных средств, используемых для повышения эффективности работы учреждения с использованием информационных технологий. Одним из таких программных средств является создаваемая нами медицинская информационная система.

При разработке информационной системы применяются технологии, связанные с платформой *.NET*. Веб-приложение имеет клиент-серверную архитектуру. Для разработки серверной части приложения используется язык программирования *C#*. Для доступа к базе данных применяется технология *Entity Framework*. Для обработки *HTTP*-запросов, а также формирования и отправки ответов, применяется платформа *ASP.NET*.

Для разработки клиентской части веб-приложения используется язык программирования *TypeScript* и фреймворк *Angular*. Также используется язык разметки *HTML* и *CSS*. При проектировании системы применяются принципы объектно-ориентированного программирования.

Важнейшим аспектом использования информационных систем с точки зрения обеспечения их надежности и эффективности является их инженерно-психологическое или эргономическое обеспечение. Оно представляет собой учет требований «человеческого фактора» на всех стадиях жизненного цикла системы. В нашем проекте инженерно-психологическое обеспечение выполнялось на стадии проектирования системы. Оно заключалось в определении функционала системы, распределении функций между исполнителями, разработке алгоритмов работы пользователей и информационных средств их деятельности.

С учетом разработанных эргономических требований к системе были созданы макеты страниц приложения с использованием языка разметки *HTML* и проведена оценка эргономичности пользовательского интерфейса системы.

Макет страницы со списком врачей представлен на рисунке 1.

Имя	Специальность	Кабинет	Запись
Иванова А.Б.	Врач-кардиолог	413	Запись

Рисунок 1 – Макет страницы со списком врачей

Заключение. В результате проектирования системы были определены цели, задачи и функции разрабатываемой системы. В ходе эргономического проектирования системы были выделены основные роли пользователей, разработаны алгоритмы их работы, созданы макеты экранных форм, проведена оценка эргономичности пользовательского интерфейса системы. На основе разработанных требований и спецификаций были проанализированы технологии, которые могут быть использованы для реализации информационной системы.

Список литературы

1. Шупейко, И. Г. Эргономическое проектирование систем «человек–компьютер–среда». Курсовое проектирование / Шупейко, И. Г. – Минск: БГУИР, 2012
2. Павлович, Т. П. Городская поликлиника: метод. рекомендации / Павлович Т. П., Пилипцевич Н. Н., Перковская А. Ф. – Минск: БГМУ, 2011 – 62 с

UDC 004.42

MEDICAL INFORMATION SYSTEM FOR POLYCLINICS AND ITS ENGINEERING AND PSYCHOLOGICAL SUPPORT

Grib D.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Shupeyko I.G. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. The paper presents the purpose, objectives and a brief description of the developed medical information system, its relevance and main functionality. The paper also presents a description of technologies, used for implementing this system.

Keywords: information system, automation, web application, .NET, C#, Entity Framework, ASP.NET, MS SQL Server

УДК 004.738.5:75+331.101.1

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ СЕРВИСА ДОСТАВКИ ЕДЫ

Конопляник М.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Кабариха В.А. – ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье произведён обзор причин увеличения популярности сервисов доставки продуктов и готовых блюд, обоснована актуальность создания веб-приложения для данных сервисов, а также описаны функциональные возможности такого приложения и некоторые детали его реализации.

Ключевые слова: вендор, сервис, доставка, подписка, *Docker*, *AWS*, *ReactJS*, *PostgreSQL*, *REST API*, *Django*, *WSGI*, *Gunicorn*, *NGINX*

Введение. В последние годы в связи с эпидемиологической обстановкой в мире наблюдается тренд на кооперацию вендоров товаров и готовых блюд с сервисами доставки. Делегирование ответственности по доставке продуктов конечному потребителю позволит вендорам переосмыслить стратегию ведения бизнеса, оптимизировав расходы на недвижимость, персонал и страховку [1].

Основная часть. Несомненно, ограничительные меры, введённые в разных странах в связи с вызовом, который был брошен человечеству вирусом *Covid-19*, поспособствовали ускорению цифровизации различных отраслей бизнесов, среди которых рестораны, бары, кафе и магазины. Все они вынуждены искать решение, которое позволит им сохранить уровень товарооборота и, что самое важное, поддержать связь с клиентами. Отличным решением может стать веб-приложение, которое обеспечит клиентов возможностью удобно, в несколько кликов осуществить заказ их любимых продуктов. Преимуществом веб-приложения в сравнении с мобильным является отсутствие необходимости скачивания его на мобильное устройство и возможность получения доступа к нему с любого устройства, на котором установлен веб-браузер.

Плюсов у данного решения огромное множество. Во-первых, данное приложение поможет снизить трафик людей на улицах, в магазинах и в транспорте, что позволит сократить потенциальный риск инфицирования вирусом. Во-вторых, оно значительно сэкономит время клиентов при выборе продукта, так как на сайте будет представлена продукция сразу от нескольких вендоров. В-третьих, поскольку приложение нацелено на сервис доставки, оно позволит любому вендору зарегистрировать свой аккаунт и добавить продукты на продажу несколькими различными способами: вручную через интерфейс сайта, через загрузку *Excel* документа со списком товаров, а также программно через *API*.

На этом плюсы не заканчиваются. На сегодняшний день, всё больше и больше товаров и услуг предоставляется по принципу подписки [2]. Данное приложение позволит вендорам создавать подписки на определённую продукцию из их перечня. Например, вендор сможет создать подписку “Молочная”, в которую войдут кефир, молоко, творог и сыр. Каждую неделю служба доставки будет привозить клиенту товары, включённые в эту подписку.

Прототип главной страницы веб-сайта представлен на рисунке 1.

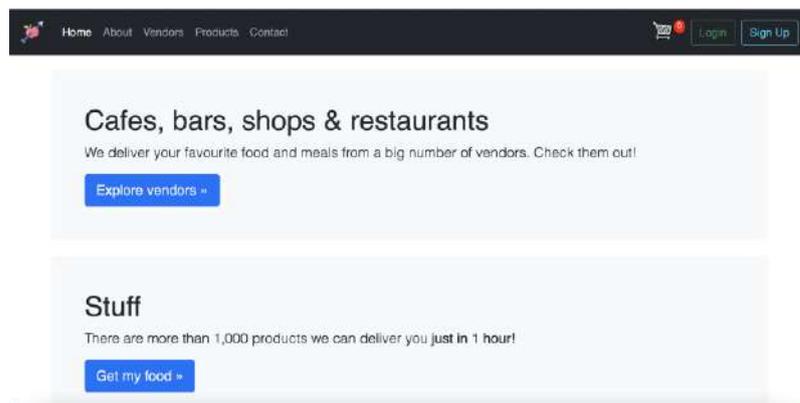


Рисунок 1 – Прототип главной страницы веб-сайта

Система будет реализована с применением микросервисной архитектуры, для развёртывания будет использован *Docker* и облачная инфраструктура *AWS*.

Проект будет состоять из клиентского приложения, написанного на *ReactJS*, применяемого для взаимодействия с клиентами и вендорами сервиса доставки еды. Помимо этого, будет настроен сервер с базой данных *PostgreSQL*, заполнение которой будет осуществляться посредством *REST API* на бэкенд приложении, написанном на *Django*. В качестве *WSGI* сервера для *Django* приложения будет использован *Gunicorn*. В качестве веб-сервера для проекта будет использоваться *NGINX*, запросы с которого будут проксироваться на клиентское приложение.

Заключение. Произведён обзор причин увеличения популярности сервисов доставки продуктов и готовых блюд, обоснована актуальность создания веб-приложения для данных сервисов, а также описаны функциональные возможности такого приложения и некоторые детали его реализации.

Список литературы

1. *Global Online Food Delivery Market Growth Analysis and Forecast* [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://www.linkedin.com/pulse/global-online-food-delivery-market-growth-analysis-stephan-soroka-/>. – Дата доступа 27.03.2022
2. *Everything's becoming a subscription, and the pandemic is partly to blame* [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <https://www.washingtonpost.com/business/2021/06/01/subscription-boom-pandemic/>. – Дата доступа 27.03.2022

UDC 004.738.5:75+331.101.1

WEB-APPLICATION FOR FOOD DELIVERY SERVICE

Kanaplianik M. V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kabarikha V.A. – assistant of the department of EPE

Annotation. The article provides an overview of why product and food delivery services are becoming more popular, justifies the relevance of creation of a web-application to serve their business, describes the functionality of such application and reveals some details of its implementation.

Keywords: vendor, service, delivery, subscription, Docker, AWS, ReactJS, PostgreSQL, REST API, Django, WSGI, Gunicorn, NGINX

УДК 004.738.5:75+331.101.1

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ГАЛЕРЕИ СОВРЕМЕННЫХ ХУДОЖНИКОВ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лисицкий М.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Хлудеев И.И. – канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе описаны актуальность и функциональные задачи веб-приложения, предоставляющего возможности галереи для цифровых произведений. Особенностью системы является полностью бесплатный доступ к функционалу приложения и его хранилищу. Разработанная система также позволяет продвигать свое творчество молодым и недостаточно известным деятелям искусства.

Ключевые слова: *React, NestJS*

Введение. В современном мире авторы испытывают проблемы с хранением, сортировкой и демонстрацией своих работ. Эти операции приходится выполнять вручную, создавая нагромождения из файлов и затрачивать время на поиски работ, если это потребуется для демонстрации навыков. Поэтому была поставлена задача создания автоматизированной системы, которая решала бы эти проблемы.

Основная часть. Веб-приложение галереи современных художников должна избавить от выполнения рутинных операций при работе с хранением графических файлов, сортировкой и демонстрацией. Система так же позволит ускорить рост популярности авторов и получение обратной связи.

Таким образом, можно выделить следующие показатели эффективности системы:

- автоматизация работы с графическими файлами;
- повышение производительности труда авторов;
- создание обратной связи с авторами;
- упрощение демонстрации работ.

Указанные показатели отражают цель – создать эффективную и эргономичную систему для автоматизации процесса хранения и демонстрации графических работ. Данная система призвана помочь авторам различных отраслей графического искусства получить инструмент для хранения и демонстрации работ и получать обратную связь, связанную с их работами, пользователям и работодателям в поиске подходящих авторов и связи с ними.

При проектировании интерфейса учитывали удовлетворённость пользователя информационной системой по ряду критериев: минимальная неоднозначность в понимании интерфейса, минимальное время выполнения задачи пользователем, высокая стандартизация интерфейса [1].

Система дает возможность сократить временные затраты для поиска работ по определенному критерию. Кроме того, существенным образом облегчается процесс получения, хранения, сортировки и демонстрации живописных произведений, что позволит ускорить процесс взаимодействия с аудиторией или потенциальными работодателями.

К тому же для потенциальных работодателей, которым требуется найти автора для выполнения определенных видов работ, использование системы позволит сократить время поисков и оценить навыки авторов.

Таким образом, при моделировании и разработке информационной системы веб-приложения галереи современных художников необходимо было учесть следующие моменты:

- сократить время на демонстрацию, поиск работ авторов за счет автоматизации процесса поиска и демонстрации;

– структурировать базу получаемых данных, хранить ее в одном месте, организовать удобный доступ к хранимым данным.

На основе анализа потребностей пользователей были выделены основные функции автоматизированной системы:

- управление графическими работами;
- управление базой пользователей и их работами;
- создание обратной связи с пользователями и их работами.

Алгоритм работы пользователя в разработанной информационной системе представлен на рисунке 1, отражающем последовательность действий пользователя в зависимости от конкретных задач, которые он ставит перед собой.

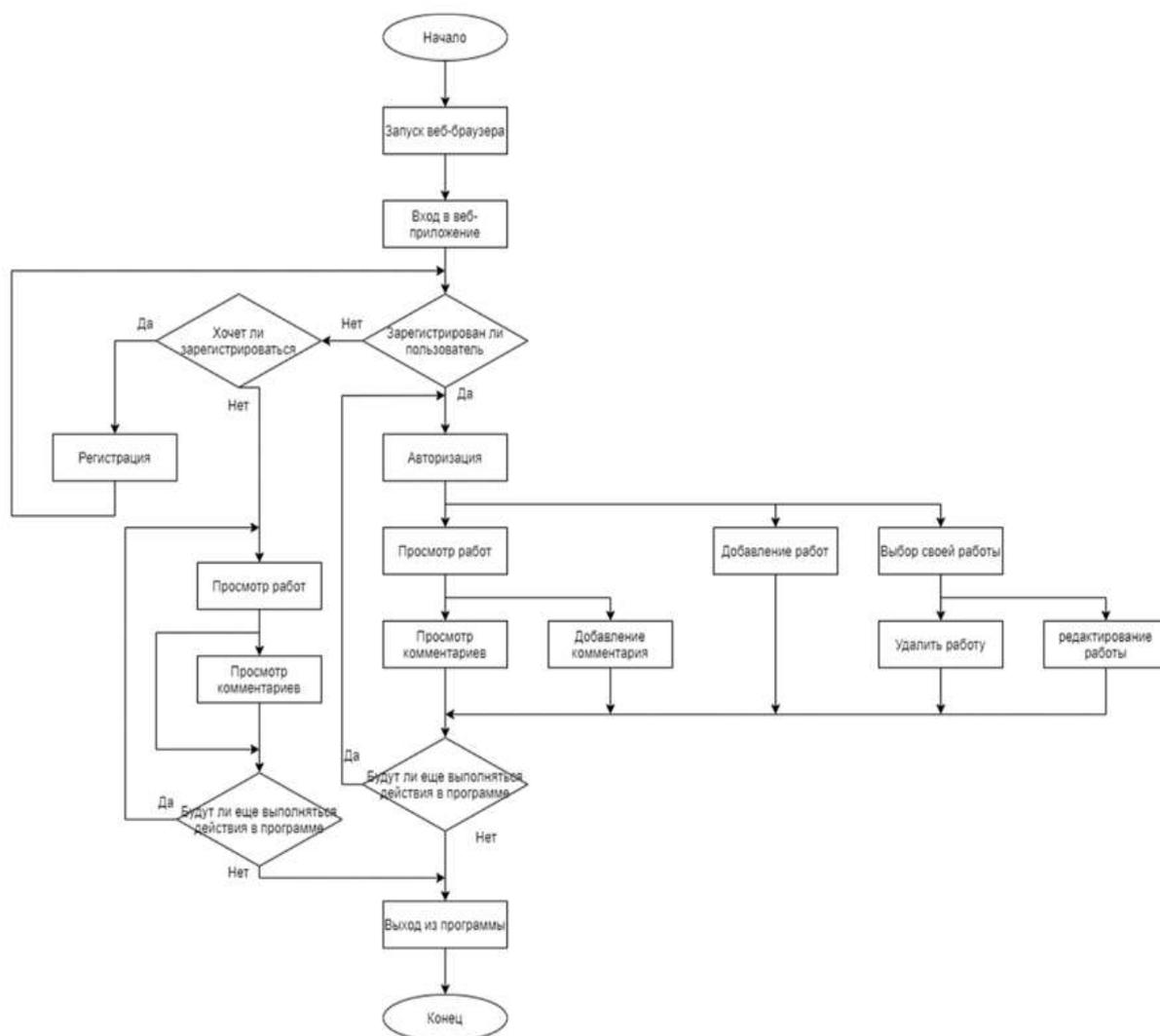


Рисунок 1 – блок-схема алгоритма работы пользователей

На рисунке 2 приведена диаграмма вариантов использования разработанной системы, доступных пользователю.

Разработанная информационная система представляет собой веб-приложение, написанное с использованием языка *Typescript* для серверной и клиентской части приложения, библиотеки *ReactJs* [2] и фреймворка *NestJS* [3].

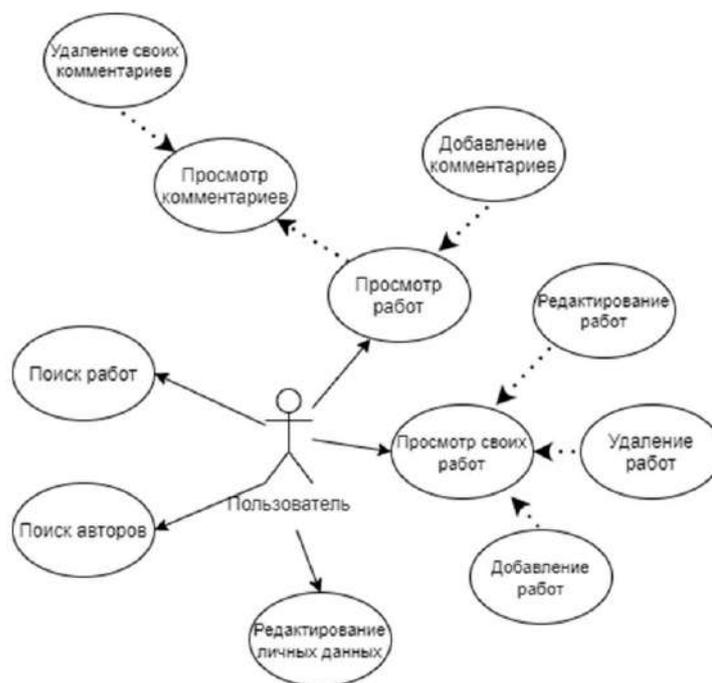


Рисунок 2 – диаграмма вариантов использования системы в режиме пользователя

Для организации базы данных используется реляционная база данных *PostgreSQL*. Для реализации данного приложения разработана клиентская часть с использованием библиотеки *ReactJs* и технологий *Styled-component*, *Redux*, *Axios*; а также разработана серверная часть с использованием фреймворка *NestJs* и технологий *Sequalize* [4] и *Express*.

Заключение. Данное приложение позволяет упростить хранение, демонстрацию и поиск графических файлов. Это дает возможность экономить время и создает удобный инструмент для творческих людей.

Список литературы

- 1 Шупейко, И.Г. Эргономическое проектирование систем «человек – машина»: пособие / И.Г. Шупейко. – Мн.: БГУИР, 2017. – 76с
2. JavaScript-библиотека для создания пользовательских интерфейсов. [Электронный ресурс]. – JS – 2013. – Режим доступа: <https://ru.reactjs.org/> -- Дата доступа: 20.03.2022.
3. A progressive Node.js framework for building efficient, reliable and scalable server-side applications. [Электронный ресурс]. – NodeJS – 2016. – Режим доступа: <https://nestjs.com/>-- Дата доступа: 20.03.2022.
4. Sequalize ORM [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://sequelize.org/>– Дата доступа: 20.03.2022.

UDC 004.738.5:75+331.101.1

CONTROL OF MICROCONTROLLER UNDER THE INFLUENCE OF ELECTROSTATIC DISCHARGE

Lisitski M.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Khludeyev I.I. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. In the work of increased relevance and functionality of the task of a web application that provides the properties of attractiveness for digital skin. A feature of the system is completely free access to functional applications and storage. The system developed also allows young people to promote their creativity and insufficiently realize it for artists.

Keywords: React, NestJS

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ МЕНЕДЖМЕНТА ФИНАНСОВ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Шевцов Д.О.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Карпович Е.Б. – магистр техники и технологии, старший преподаватель
кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе описаны характеристики и функциональные задачи разработанного веб-приложения для менеджмента финансов. Данная разработка предоставляет пользователям инструменты для фиксации их личных затрат, а также статистику по этим затратам на конкретный период.

Ключевые слова: веб-приложение, менеджер, финансы, react

Введение. В современном мире учёт личных финансов – это одна из самых важных составляющих современного успешного человека. Финансовый учёт предполагает выполнение действий, связанных с обобщением, анализом и отчётностью о финансовых операциях. Автоматизированные системы управления финансами позволяют более осознанно и эффективно организовать управление финансами.

Основная часть. Проектируемое приложение выполняет следующие задачи:

1. Проведение мониторинга затрат при помощи веб-браузера. Данная задача решается посредством следующих функций: установка плановой суммы затрат на месяц, установка плановой суммы затрат на категорию, фильтрация списка затрат, формирование статистики затрат по категориям, изменение цветовой схемы, поддержка разных валют, напоминание пользователю о скором периодическом платеже.

2. Фиксация и планирование затрат. Для решения данных задач пользователя в приложении предусмотрены такие функции, как: внесение данных о затратах на конкретную категорию в конкретное время, ведение нескольких счетов, формирование списка затрат, создание периодических платежей, создание собственной категории.

3. Предоставление информации только тем, кто имеет на это право. Задача подразумевает такие функции, как авторизация пользователя и его регистрация в системе.

Результаты проведенного анализа научно-технической литературы, а также сравнительного обзора существующих приложений для менеджмента финансов, обусловили выбор технологий разработки.

Для клиентской части приложения – *JavaScript*-библиотека *React*. *React* разрабатывается и поддерживается *Facebook*, *Instagram* и сообществом отдельных разработчиков и корпораций. *React* может использоваться для разработки одностраничных и мобильных приложений. Его цель – предоставить высокую скорость, простоту и масштабируемость. К его преимуществам относятся: виртуальный *DOM*, *React* создаёт кэш-структуру в памяти, что позволяет вычислять разницу между предыдущим и текущим состояниями интерфейса для оптимального обновления *DOM* браузера; *SEO* оптимизация для поисковых систем; не нужно вести отдельную разработку для мобильных систем, т.к. запуск приложения происходит с использованием промежуточных библиотек, что гарантирует хорошую работу на всех современных мобильных операционных системах [1].

Также язык *JavaScript* использовался для написания серверной части при помощи платформы *Node.js*. *Node.js* – программная платформа, основанная на движке *V8* (транслирующем *JavaScript* в машинный код), превращающая *JavaScript* из узкоспециализированного языка в язык общего назначения. *Node.js* добавляет возможность *JavaScript* взаимодействовать с устройствами ввода-вывода через свой *API*, подключать

другие внешние библиотеки, написанные на разных языках, обеспечивая вызовы к ним из *JavaScript*-кода. В основе *Node.js* лежит событийно-ориентированное и асинхронное (или реактивное) программирование с неблокирующим вводом/выводом [2].

С учётом выполняемых задач веб-приложения и его функций разработана структурная схема рабочего окна пользователя (рисунок 1):

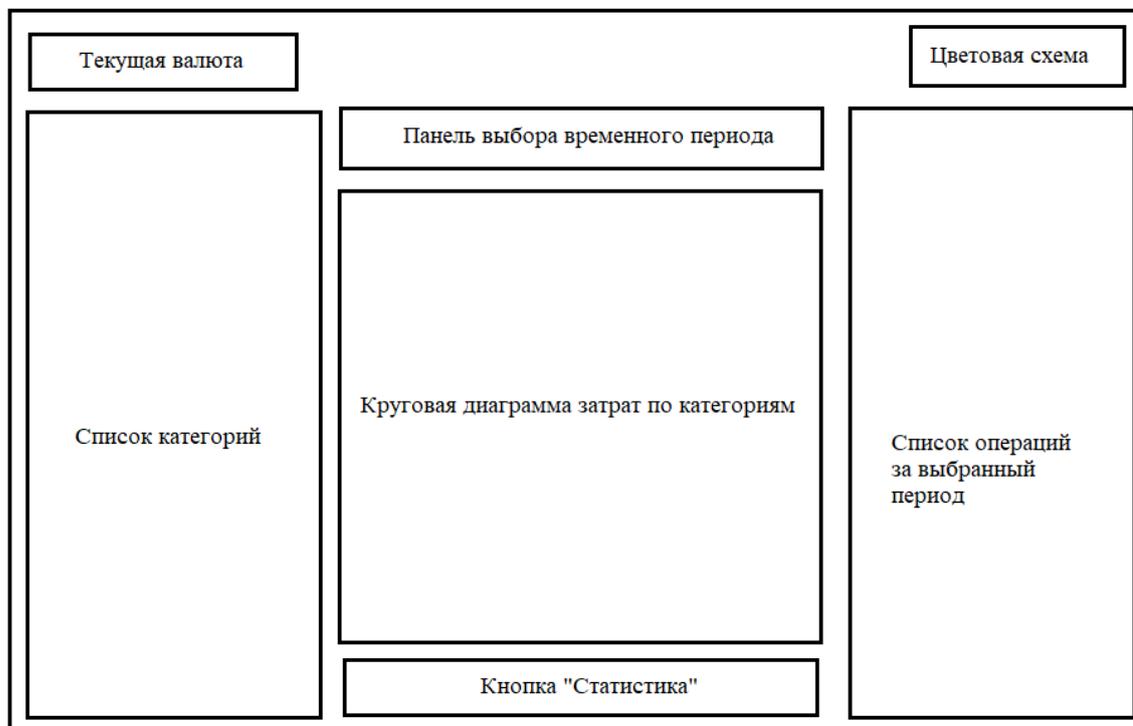


Рисунок 1 – Структурная схема рабочего окна пользователя.

Заключение. Использование разработанной системы позволит сократить время на организацию менеджмента личных финансов, повысит его качество, путём предоставления пользователю всех необходимых инструментов для фиксации расходов, а также статистики затрат в удобном виде, позволяющем пользователю оперативно проводить их анализ.

Список литературы

1. *React - A JavaScript library for building user interfaces [Electronic resource] - Mode of access: **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.** – Date of access: 20.03.2022.*
2. *Каскиаро М., Маммино Л. Шаблоны проектирования Node.js / М. Каскиаро, Л. Маммино. – М. : ДМК Пресс, 2017. – 396 с.*

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

WEB APPLICATION FOR FINANCIAL MANAGEMENT AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Shevtsov D.O.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Karpovich E.B. – master of engineering and technology, senior lecturer of the department of EPE

Annotation. The paper describes the characteristics and functional tasks of the developed web application for financial management. This development provides users with tools to record their personal costs, as well as statistics on these costs for a specific period.

Keywords: web application, manager, finance, react

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СО СМАРТ-КОНТРАКТАМИ БЛОКЧЕЙНА И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Солодков А.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Иванова Е.С. – магистр техн. наук, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Экспериментально исследована возможность использования децентрализованных приложений *Web 3.0*. Установлено, что наиболее понятными и привычными инструментами взаимодействия с централизованными сервисами являются веб-сайты, мобильные приложения и чат-боты. Предложено веб-приложение, реализующее понятный интерфейс веб-браузера, но обращающийся к децентрализованным ботам (*DeBot*) вместо веб-сайтов.

Ключевые слова: блокчейн, браузер, Веб 3.0, ДеБот, расширение, криптовалюта, смарт-контракт

Введение. Для перехода на *Web 3.0*[1] простые пользователи должны будут переходить с централизованных сервисов на децентрализованные. Соответственно, встает необходимость предоставления пользователям интерфейсов использования децентрализованных сервисов, максимально приближенных к интерфейсам сервисов централизованных.

Основная часть. Одним из наиболее понятных и привычных человеку способов взаимодействия с централизованными сервисами являются чат-боты (сразу после Веб-сайтов и мобильных приложений). В блокчейне с помощью смарт-контрактов реализуется схожая технология - *DeBots* (ДеБоты)[2].

Ключевыми особенностями этой технологии являются:

- выполнение логики ботов не на сервере компании предоставляемого бота, а внутри смарт-контракта блокчейна;
- интерфейс таких ботов не привязан к чатам, и может быть реализован в любом месте, например, мобильном приложении или веб-странице (однако в силу реализации архитектуры ботов, интерфейс в большинстве случаев будет реализован по типу вопрос-ответ).

Поэтому была поставлена задача создания интерфейса браузера, в котором можно обращаться к децентрализованным сервисам (построенных на технологии *DeBot*) так же, как сейчас можно обращаться ко всем привычным веб-сайтам интернета концепции *Web 2.0*. Данный браузер должен предоставить такой опыт использования, который максимально приближен к опыту использования уже существующих браузеров.

В децентрализованных приложениях стандартом проведения аутентификации является подключение аккаунта (криптовалютного кошелька) пользователя. Криптовалютные кошельки могут быть представлены в виде компьютерных приложений, браузерных расширений, либо отдельного устройства (так называемые “холодные” кошельки). Система будет использовать в работе браузерное расширение криптовалютного кошелька *Ever Wallet*.

Приложение предоставит возможность перехода к любому активному ДеБоту сети так же, как современные браузеры предоставляют доступ к веб-сайтам.

Приложение позволит пользователям самим сохранять ДеБотов в закладки чтобы повысить эффективность и скорость работы с ними. Также, для повышения эффективности работы, пользователь может создавать собственные переменные в окружении системы. Это должно упростить переиспользование таких часто встречающихся в блокчейне вещей как адреса, публичные ключи.

Система является бессерверной (т.е. логика выполняется только на клиенте пользователя) и передает пользовательские данные только для взаимодействия с ДеБотами в блокчейне.

Технологический стек – веб-приложение разработано с использованием языка *TypeScript* (типизированный *JavaScript*), библиотеки *React*[3], *SDK* для взаимодействия с блокчейном на языке *Rust*, скомпилированное в *WASM*[4]. Смарт-контракты написаны на языке *Solidity* и исполняются в блокчейне *Everscale*[2].

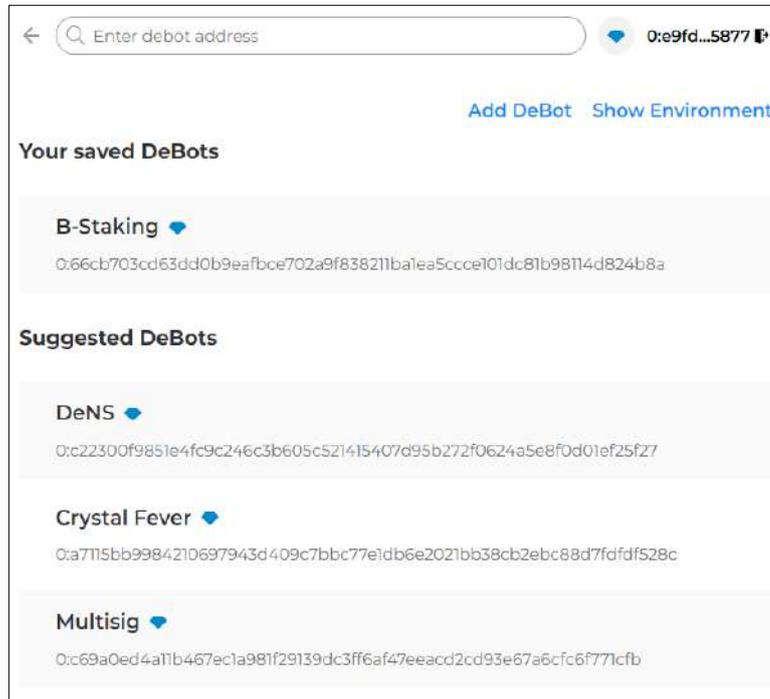


Рисунок 1 – Главный экран браузера

Список литературы

1. Что такое Web 3.0, и почему он всем стал нужен [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/653533/> - Дата доступа 14.03.2022
2. Блокчейн Everscale и технология DeBot [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <https://everscale.network/> - Дата доступа 14.03.2022
3. Документация React.js [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <https://ru.reactjs.org/> - Дата доступа 14.03.2022
4. Web Assembly: Что и Как [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/475778/> - Дата доступа 14.03.2022

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

WEB APPLICATION FOR INTERACTION WITH BLOCKCHAIN SMART CONTRACTS AND ITS ERGONOMIC SOFTWARE

Solodkov A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Ivanova E.S. – master of technical sciences, assistant of the department of EPE

Annotation. The possibility of using decentralized Web 3.0 applications has been experimentally investigated. It has been established that the most understandable and familiar tools for interacting with centralized services are websites, mobile applications and chat bots. A web application is proposed that implements a clear web browser interface, but accesses decentralized bots (DeBot) instead of websites.

Keywords: blockchain, browser, Web 3.0, DeBot, Extension, cryptocurrency, smart-contract

ПРОГРАММНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Арцыменя Р.А., Данилова А.В., Коркин Л.Р.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Давыдович К.И. – магистр техн. наук, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Виртуальная реальность становится все более распространённой. Она применяется для обучения профессиям, где эксплуатация реальных устройств и механизмов связана с повышенным риском либо связана с большими затратами. В следствии чего появляется спрос на специалистов умеющих проектировать виртуальную реальность. Программно-методический комплекс для проектирования виртуальной реальности должен обучить молодых студентов работать с виртуальной реальностью.

Ключевые слова: обучающая программа, контроль знаний, виртуальная реальность

Введение. Целью проектирования является разработка Программно-методического комплекса для проектирования виртуальной реальности и его эргономическое обеспечение.

Назначение проектируемой системы:

- обучение программированию;
- обучение проектированию виртуальной реальности;
- обучение работы с 3D-объектами;
- обучение написанию скриптов и триггеров.

Основные функциональные возможности Программно-методического комплекса для проектирования виртуальной реальности и его эргономическое обеспечение заключаются в следующем:

- возможность внести исправления в учебный проект;
- возможность добавить новые функции в учебный проект;
- контроль качества знаний;
- изучение новых знаний.

Основная часть. Система должна осуществлять обучение и контроль знаний студентов. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- эргономическое проектирование системы
- программное проектирование;
- разработка системы;
- разработка методического пособия;
- технико-экономическое обоснование системы;
- разработка структурной схемы;
- разработка принципиальной схемы;
- разработка блок-схемы алгоритма работы системы;
- разработка блок-схемы алгоритма работы программы.

Мысль о том, что в повседневном обучении важно использовать самые передовые технологии, не покидает умы не только современных исследователей, но и практически каждого из нас. По данным специалистов в области лингвистики и психологии, самые благоприятные условия для усвоения новых знаний – в детском и юношеском возрасте. Но отсутствие интереса, рассредоточенность и неумение концентрироваться на непростых вещах не позволяют нам эффективно получать образование в любом возрасте. А современная система образования конкурирует с развлекательной сферой и нуждается в механизмах восприятия, которые позволят вовлечь учеников в процесс усвоения новых знаний. Ведь

эффективным обучением движет интерес, который нужно сначала сформировать, а затем поддержать.

Чем обосновано применение *VR* и *AR* для обучения? Представьте: школьным учителям больше не нужно монотонно или, напротив, излишне усердно рассказывать, к примеру, о египетских пирамидах и особенностях их строительства. С помощью шлемов виртуальной реальности можно прямо за партой отправиться в поход по туннелям с саркофагами, услышать шорохи лабиринтов и самостоятельно оценить ключевые исторические события, развернувшиеся тысячи лет назад. При таких сценариях обучения можно вырастить целое поколение таких профессий, которые сегодня остаются менее востребованными в обществе, но всё еще являются крайне необходимыми для сохранения многогранности современной науки.

В чём преимущество виртуальной и дополненной реальностей? Они позволяют создать среду, которая воспринимается человеком через органы ощущения. Фактически, *VR/AR* позволяют смоделировать комфортные условия для получения новых знаний, а особенно — для обучения детей, подростков и молодежи. За обучающегося никто не размышляет, он сам переосмысливает всю воспринимаемую информацию. Кто знает, может именно *VR* и *AR* позволят решить проблему «чистоты» новых знаний и информации в процессе обучения.

Пожалуй, самое наглядное применение *AR* и *VR* технологий возможно в изучении точных и инженерных наук. Проект Ханнеса Кауфмана и Бернда Мейера «*PhysicsPlayground*» ориентирован на моделирование физических экспериментов в области механики. Огромное количество инструментов для анализа воздействия силы, массы, траектории, скорости и иных характеристик объектов физического мира позволяют детально изучать происходящие процессы и экспериментировать в трехмерном виртуальном пространстве, исключая затраты на оригинальные испытания. Программа функционирует на современном физическом движке, который изначально создавался для гейминга, однако его возможности с лихвой обеспечивают реализацию образовательных задач на практике.

Форматы *AR* и *VR* в образовании могут быть различными, однако их преимущества перед очным обучением очевидны. Передача опыта и картинки посредством виртуальной и дополненной реальности в первую очередь обусловлены эффективностью вовлечения, а, следовательно, усовершенствованием образовательного процесса. По данным исследований компании *VRAr lab*, более 90 % обучающихся успешно усваивают подобный материал, что дает надежды на эффективное применение виртуальной и дополненной реальности в образовании.

Если вы полагаете, что сегодня слишком мало *VR*-программ для обучения, спешу уверить вас в обратном. Их масса в самых разных сферах. Притом некоторые достаточно узкоспециализированные. Да, не так много из них доступно на русском языке, но это лишь вопрос времени.

У сообщества разработчиков есть важная проблема, которая стоит на пути полноценной интеграции указанных технологий в образовательную среду. Стремительно растущий объем знаний об окружающем мире очень сложно своевременно воплощать в интерактивных формах. Для любого современного ученого издание книги не представляет особых проблем, ведь для фиксации своих исследований достаточно открыть всего лишь офисное приложение на компьютере. Однако понятные каждому механизмы по созданию без специализированных знаний интерактивного контента с применением виртуальной и дополненной реальности попросту отсутствуют.

Так же одна из проблем — это пространство. Чтобы комфортно использовать *VR* гарнитуру, вам нужно много места. Если в учебной аудитории ограничено пространство, работать с *VR* гарнитурой становится небезопасно. Пользователь может травмироваться сам, нанести вред окружающим или повредить оборудование.

Один из популярнейших вопросов — это эскапизм и то, что сетевое взаимодействие только отдалит людей друг от друга.

Это более сложная тема – влияние технологии на общество и общества на технологии. И тут не составляет труда скатиться в крайности, а именно это и происходит. Говоря об эскапизме, можно также жаловаться на то, что телефоны отдалили людей друг от друга, забывая, что сейчас можно за несколько секунд связаться с человеком на другом континенте или, например, сказать, что фотоальбомы дома заставляют человека переживать то, что было, отвлекая от стремлений к чему-то новому. С другой стороны, у разработчиков новой платформы должно присутствовать понимание, что их работа может влиять на жизнь общества.

Кто-то смотрит на сетевое взаимодействие в VR, как на расширение возможностей общения и сохранения образов прошлого (например, панорамные видео и фото). Кто-то считает, что это приведет к большей изоляции и эскапизму. В подобных темах всегда возникают полярные мнения. Но есть один достаточно важный момент – с помощью текущей технологии нельзя достичь полного погружения в том виде, который строится в воображении, благодаря научной фантастике. И еще долгие годы это не будет возможно – не существует не инвазивного (или инвазивного) способа создать человеко-машинный интерфейс обходя органы чувств и получить доступ напрямую к мозгу, создав эффект полного погружения. А именно тогда уже поднимутся действительно острые и непростые вопросы как для разработчиков, так и для общества в целом.

Заключение. Для реализации данного проекта была выбрана среда разработки *Visual Studio* и игровой движок *Unity* так как интеграция *Unity* с *Visual Studio* позволит вам создавать и поддерживать файлы проекта *Visual Studio* автоматически. Кроме того, *Visual Studio* будет открыт после двойного щелчка по скрипту или по сообщению об ошибке в консоли *Unity*. Языком разработки был выбран *C#* так как в *GameDev* это второй язык по популярности после *C++*, а так же *C#* проще в освоении чем *C++*.

Дальнейшая работа в рамках данного проекта предполагает исследование возможностей и потенциала использования технологий VR высшего уровня в учебно-воспитательном процессе высших учебных заведений через выявление влияния VR-программ на личностные особенности студентов.

Список литературы

1. Monaha T. *Virtual Reality for Collaborative E-learning* /T. Monaha, G. McArdle, M. Bertolotto // *Computers and Education*, 2006. - December
2. Thakral S. *Virtual Reality and M-Learning* /S. Thakral, P. Manhas, C. Kumar // *International Journal of Electronic Engineering Research*. - 2010. - Vol. 2. - No. 5. - P. 659-661

UDC 004.588:37.091.26:004.946

SOFTWARE AND METHODOLOGICAL COMPLEX FOR THE DESIGN OF VIRTUAL REALITY AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Artsymemia R.A., Danilova A.V., Korkin L.R.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Davydovich K.I. – master of technical sciences, sssistant of the department of EPE

Annotation. Virtual reality is becoming more common. It is used for teaching professions where the operation of real devices and mechanisms is associated with increased risk or is associated with high costs. As a result, there is a demand for specialists who can design virtual reality. The software and methodological complex for designing virtual reality should train young students to work with virtual reality.

Keywords: training program, knowledge control, VR

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ РЫНКА НЕДВИЖИМОСТИ БЕЛАРУСИ

Циринский В.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Давыдович К.И. – магистр техн. наук, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье раскрывается разработка веб-приложения рынка недвижимости, которое помогает пользователю веб-приложения быстро и легко выставить свою недвижимость на продажу, либо же найти подходящий для него вариант, с выбором важных для пользователя критериев. Разработка данного веб-приложения приведет к усовершенствованию процесса продажи/покупки недвижимости, предоставит широкие возможности по поиску информации о недвижимости, поможет профессиональным участникам рынка (агентствам недвижимости, компаниям по оценке недвижимости) и другим заинтересованным лицам, получать полную, актуальную и оперативную информацию по предложению на рынке недвижимости Беларуси.

Ключевые слова: разработка, веб-приложение, недвижимость, покупка/продажа

Введение. Актуальность темы данного приложения обусловлена активными и постоянно развивающимися интернет-технологиями и использованием веб-приложений. Создание веб-приложений, у многих компаний, работающих в сфере цифровых и компьютерных технологий на данный момент считается одним из перспективных направлений деятельности. Перенос бизнес-инструментов и переход от традиционного программного обеспечения на web – это направление, которое необходимо развивать. Многие клиенты, а также и сами программисты-консерваторы не хотят выходить из привычных рамок. Именно по этой причине они всегда будут отставать от тех, кто реализует креативные идеи, ищет новые подходы, разрабатывает приложения, которые в будущем могут занять лидирующее место. Тот, кто владеет объективной информацией и грамотно реализует свои идеи, разрабатывая современные бизнес-модели, сможет создавать качественный продукт.

Разработка *web*-приложений становится все более актуальной темой для многих компаний, ведущих свою деятельность в данной области, и одновременно доступной для простых пользователей.

Основная часть. Для разработки веб-приложения необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ предметной области;
- проанализировать требования к веб-приложению;
- разработать структуру веб-приложения.

При разработке данного веб-приложения были использованы:

– *JavaScript* – один из самых популярных языков программирования в мире. Он используется для создания интерактивных веб-страниц, мобильных приложений, в серверной разработке.

– *HTML (Hypertext Markup Language)* – это код, который используется для структурирования и отображения веб-страницы и её контента. Например, контент может быть структурирован внутри множества параграфов, маркированных списков или с использованием изображений и таблиц данных.

– *React*-компоненты реализуют метод *render()*, который принимает входные данные и возвращает данные для вывода.

– *SQL* – это язык программирования, используемый в большинстве реляционных баз данных для запросов, обработки и определения данных, а также контроля доступа.

На рисунке 1 представлена страница приложения, на которой возможно выбрать необходимые критерии при поиске недвижимости.

Веб-приложение представлено двумя модулями функционала: модуль клиента и модуль администратора и персонала заведения.

Модуль пользователя веб-приложения рынка недвижимости представлен следующим функционалом:

- возможность регистрация клиента;
- возможность работать без регистрации;
- возможность связаться с владельцем недвижимости;
- возможность добавить в избранное недвижимость

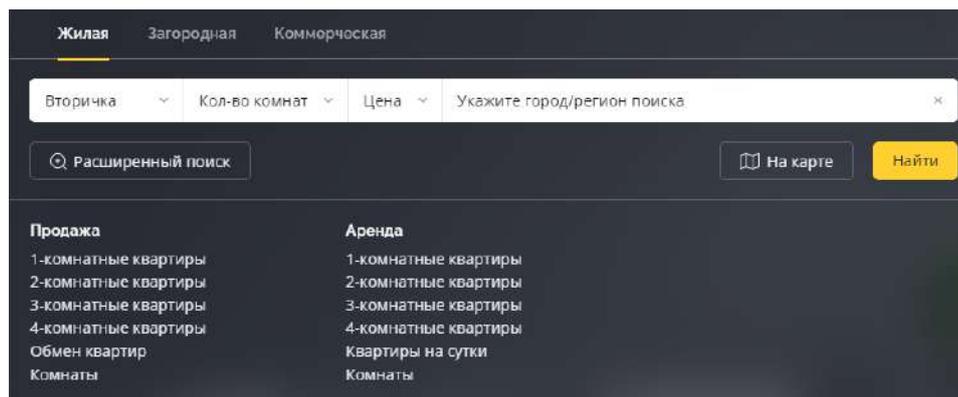


Рисунок 1 – Страница выбора критериев для поиска недвижимости.

Список литературы

1. JavaScript [Электронный ресурс] / Электронные данные. – Режим доступа: <https://ru.code-basics.com/languages/javascript> – Дата доступа: 24.03.2022.
2. HTML [Электронный ресурс] / Электронные данные. – Режим доступа: https://developer.mozilla.org/ru/docs/Learn/Getting_started_with_the_web/HTML_basics – Дата доступа: 24.03.2022.
3. React [Электронный ресурс] / Электронные данные. – Режим доступа: <https://ru.reactjs.org>. – Дата доступа: 24.03.2022.
4. Sql [Электронный ресурс] / Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.oracle.com/ru/database/what-is-database>. Дата доступа: 24.03.2022.

UDC 004.5+658.89

WEB-APPLICATION OF REAL ESTATE MARKET OF BELARUS

Tsyrynski U.U.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Davydovich K.I. – master of technical sciences, sssistant of the department of EPE

Annotation. The article reveals the development of a web application for the real estate market, which helps the user of the web application to quickly and easily put his property up for sale, or find a suitable option for him, with a choice of criteria that are important for the user. The development of this web application will improve the process of selling / buying real estate, provide ample opportunities to search for information about real estate, help professional market participants (real estate agencies, real estate appraisal companies) and other interested parties to receive complete, up-to-date and up-to-date information on the offer in the real estate market of Belarus.

Keywords: development, web application, real estate, purchase/sale

УДК 004.5+379.85+711.56

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛЬНЫМИ ФИНАНСАМИ

Дадаев К.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Прудник А.М. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье рассматривается основное назначение приложений для финансов. Разработан макет структуры веб-приложения, а также указана базовая функциональность, основанная на конкретном стеке технологий. Показан прототип будущего приложения и указаны его особенности.

Ключевые слова: веб-приложение, финансы, статистика

Введение. В современном мире информационные технологии проникли во все сферы деятельности человека. Сегодня уже сложно представить жизнь человека без многих изобретений, значительно облегчивших нам жизнь, либо улучшивших качество работы. То же касается и сферы финансов.

Работа с финансами составляет немалую часть ежедневной рутины каждого человека, что мешает уделить время на более интересующие вещи. По этой причине товары и услуги, помогающие нам автоматизировать этот процесс и сэкономить время, всегда пользуются спросом. Одними из таких товаров можно считать приложения для управления персональными финансами.

В настоящее время такие приложения могут выполнять множество функций. Например, такие как:

- предоставление информации о доходах и расходах;
- возможность записи бюджета и планируемых трат;
- разбитие информации о расходах на категории;
- расчет финансов;
- вывод статистики расходов и доходов за определённый срок.

Кроме данных функций разные приложения могут содержать дополнительную функциональность в зависимости от профильного использования.

Основная часть. В разработке веб-приложения для управления персональными финансами первоначальными задачами будут:

- разработка структуры сайта;
- выбор технологий, на основе которых будет создаваться веб-ресурс;
- утверждение базовой функциональности.

При разработке программы необходимо отталкиваться от уже имеющегося представления о масштабах приложения. Для этих целей создается макет структуры – скелет программы. Структурно веб-приложение будет поделено на 4 раздела: главная страница, категории, история расходов, статистика. (рисунок 1)

Основным элементом на главной странице является «Баланс», выполненный в виде круговой диаграммы. Данный раздел является основным и от него можно перейти к остальным разделам.

Раздел «Категории» предоставляет возможность выбрать одну из доступных категорий, либо создать самому. Впоследствии мы можем выбирать в какую категорию записывать новые данные.

Страницы «История расходов» и «Статистика» содержат в основном статистически данные для понимания распределения бюджета.

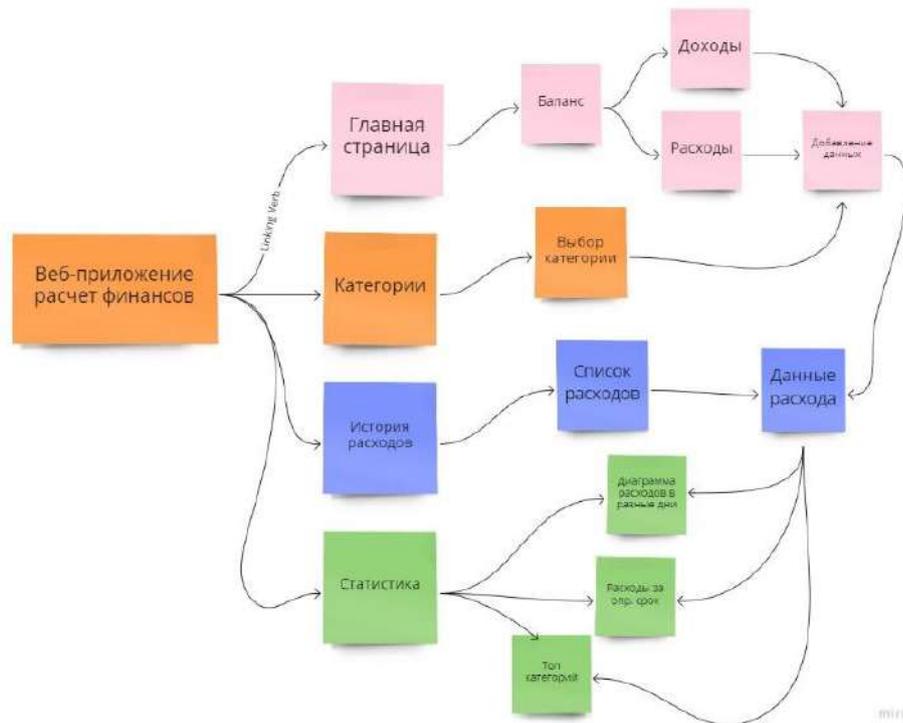


Рисунок 1 – Схема структурная веб-ресурса

Для разработки данного веб-приложения нам потребуются современные технологии, дающие возможность реализовать сложные задачи, а также поддерживающих большое количество платформ. Это необходимо для успешного распространения нашего продукта. Для реализации данной цели будет использоваться следующий стек технологий:

- *JavaScript*;
- *React*;
- *NodeJS*;
- *TypeScript*;
- *Redux*.

Необходимой частью любой разработки, является планирование базового функционала для понимания масштаба разработки. Также необходимо учесть, насколько функционал удовлетворяет запросы основной идеи приложения. Данное веб-приложение в первую очередь ставит своей целью помощь пользователю с записью данных о персональных финансах, а также гибкость в компоновке и отображении данных пользователю. Поэтому приложение должно иметь следующий функционал:

- авторизация и регистрация
- предоставление информации о балансе пользователя;
- запись бюджета и планируемых трат;
- разбитие данных о тратах и доходах на категории;
- расчет финансов;
- вывод статистики;

Учитывая структуру будущего веб-ресурса, а также его предполагаемую базовую функциональность был разработан прототип веб приложения. Внешний вид главной страницы выглядит следующим образом. (рисунок 2)

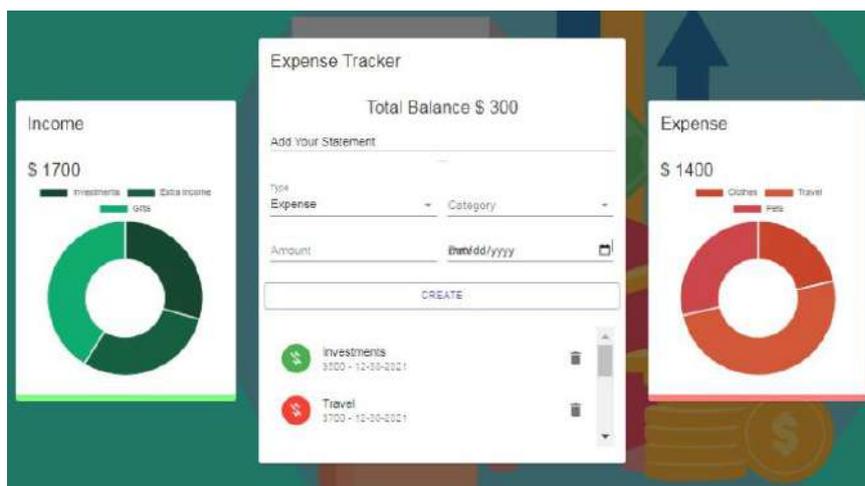


Рисунок 2 – Прототип главной страницы сайта

В данном прототипе реализована большая часть функционала, представленная на одной странице. Статистика проявляется в виде истории расходов и диаграммы. Баланс показывается в виде двух круговых диаграмм. Главная функциональность в виде записи данных о доходе или расходе находится в середине страницы. При внесении данных в поля и нажатии на кнопку «create», новое поле сохраняется и выводится в истории.

Заключение. В ходе работы были рассмотрены причины использования приложений для расчета финансов, а также их базовую функциональность. Кроме того, был разработан макет нашего веб-приложения, продуман стек технологий и составлен список задач, который программа будет выполнять. В результате выполнения поставленных целей был разработан работоспособный прототип будущего приложения с визуализацией основной функциональности.

Список литературы:

1. Пожидаева Т. А., Анализ финансовой отчетности: учебник / гл. ред. Т. А. Пожидаева. – М.: Knorus, – 2010. – 319 с.
2. Басовский Л.Е., Финансовый менеджмент. [учебник] / Л.Е Басовский., – Частное предприятие «Аспект-Бел» – 2017. – 240 с.
3. HTML и CSS. Разработка и дизайн веб-сайтов [учебник] / Джон Дакетт : [пер. с англ. М.А. Райтмана]. – М.: Эксмо, – 2020. – 480 с.
4. Изучаем JavaScript. Руководство по созданию современных веб-сайтов [учебник] / Итан Браун., Издательство «Вильямс», – 2017. – 368 стр.
5. Пашкевич А.М. Разработка финансового приложения. [Электронный ресурс] / составитель А.М. Пашкевич. — Цифровой образовательный ресурс КИТАРР : — Режим доступа: <https://kitarr.pro/razrabotka-finansovogo-prilozheniya/> — дата обращения: 18.03.2022.
6. Начало работы с React. [Электронный ресурс] / Цифровой образовательный ресурс ReactJS — Режим доступа: <https://ru.reactjs.org/docs/getting-started.html> — дата обращения: 18.03.2022

UDC 004.5+379.85+711.56

WEB APPLICATION FOR PERSONAL FINANCE MANAGEMENT

Dadaev K.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Prudnik A.M. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. The article discusses the main meaning of applications for finance. A layout of the web application structure has been developed, and basic functionality based on a specific technology stack has been installed. A prototype of the future application is shown and its features are indicated.

Keywords: web-application, finance, statistics

ФРЕЙМВОРК ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРИЕМОЧНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Матюшенко А.И.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Давыдович К. И – магистр техн. наук, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Важный этап разработки любого ИТ-продукта – это тестирование. Правильно организованный процесс тестирования создаваемого программного продукта в конечном счёте позволит сэкономить деньги и время на устранении ошибок, и более того увеличить прибыль от хорошей репутации компании.

Ключевые слова: Автоматизация тестирования, фреймворк

Введение. Целью проекта является разработка фреймворка для повышения уровня тестирования программного обеспечения. Основная задача фреймворка это осуществление комплексного тестирования, необходимого для определения уровня готовности системы к последующей эксплуатации. Объектом разработки является фреймворк для автоматизации приемочного тестирования.

Основная часть. При разработке фреймворка использовался следующий стек технологий: *HTML, CSS, Java, Spring*. Предметная область проекта – разработка и тестирование программного обеспечения. Фреймворк позволяет клиентам, тестировщикам и программистам сравнить фактический результат с ожидаемым результатом, выявив дефекты программного обеспечения. Тестирование проводится на основании набора автоматизированных тестовых сценариев, покрывающих основные бизнес-операции системы.

Актуальность данного проекта обосновывается риском пропуска дефектов связанных с бэкенд структурой приложений мануальными тестировщиками. Данный фреймворк для автоматизации приемочного тестирования является набором уникальных по сравнению с другими программными платформами руководств по автоматизации, которые:

- 1) Поддерживают последовательность тестирования.
- 2) Улучшают структурирование теста.
- 3) Позволяют использовать минимальное количество кода.
- 4) Уменьшают затраты на обслуживание кода.
- 5) Повышают удобство повторного использования нетехническим тестировщикам участвовать в кодировании тестов.
- 6) Помогают сократить срок обучения использованию инструмента [1].

Нельзя забывать о том, что стоимость тестирования, особенно выполняемого вручную, слишком высока. Для приёмочного тестирования среднего проекта необходимо выполнить цикл, состоящий из 4500 тестовых задач, на выполнение одного цикла потребуется больше 40 человеко-дней. При обнаружении ошибки и после ее исправления соответственно необходимо повторно выполнить цикл тестовых задач. Время разработки фреймворка составило 95 человеко-дней. Учитывая количество циклов задач, необходимых для выполнения в ходе проектов и статистических данных, представленных выше очевидно, что представляемая платформа, существенно сокращает время выполнения цикла проверок приемочной части тестирования.

Фреймворк существенно исключает возникновение ошибок тестировщика, основанных на человеческом факторе, а также, снижает затраты организации на работу функциональных

тестировщиков. Все вышеперечисленные факторы определяют явные экономические и профессиональные выгоды от разработки и внедрения фреймворка для автоматизации приёмочного тестирования [2].

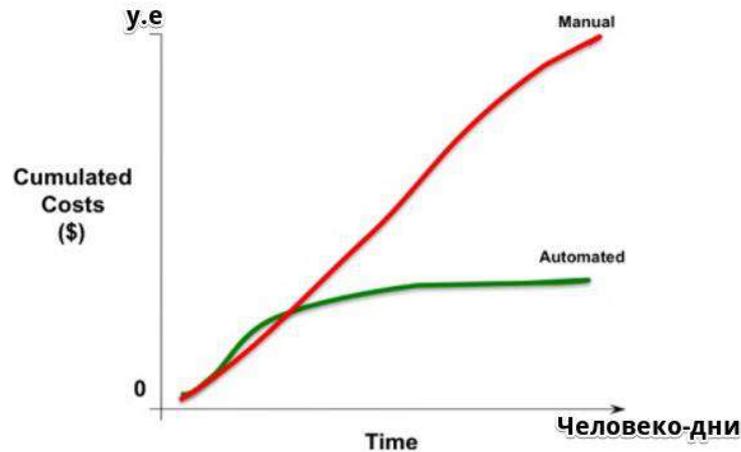


Рисунок 1 – Сравнительная диаграмма сравнения факторов времени и цены при осуществлении ручного и автоматизированного тестирования [2]

При написании автоматизированных тестовых сценариев используется система контроля версий *Git*. Для совместного проведения инспекции исходного кода мы используем свободное программное обеспечение с веб-интерфейсом *Gerrit*. Целью данной технологии является проведение просмотра тестовых сценариев специалистами по проверке кода на пригодность. Был использован сервер непрерывной интеграции *Jenkins*, для осуществления деплоя всех изменений кода тестовых сценариев на различные среды взаимодействия с пространственными пользователями программы.

Данная конфигурация позволяет оперативно осуществлять развертывание новой версии программного продукта сразу после внесения изменений в исходный код, хранящийся в репозитории. В случае ошибок конфигурация сервера всегда может быть возвращена к предыдущему состоянию [3].

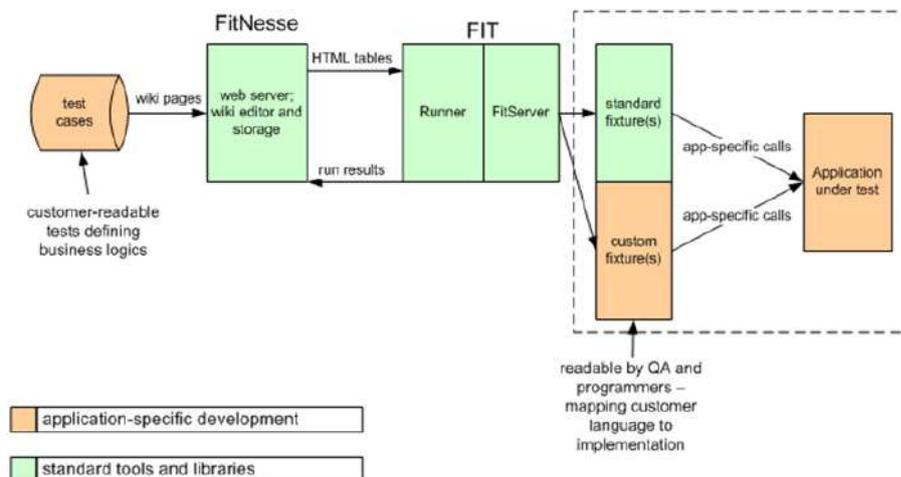


Рисунок 2 – Структура фреймворка для автоматизации приёмочного тестирования ПО [4]

Фреймворк сфокусирован на удобстве использования, как инструмента тестирования. Таким образом, он включает все необходимые компоненты: после запуска инструмент запускает встроенный веб сервер, который позволяет получить доступ к страницам с

одинаковой лёгкостью как с локальной машины, так и через интернет. Встроенный сервер довольно лёгкий и может быть запущен как на ноутбуке, так и на специализированном сервере.

Сама структура работы с фреймворком начинается с первоначального планирования перенесения тестовых сценариев, написанных специалистами функционального тестирования для автоматизации. Для этого оставляются таблицы, содержащие все необходимые переменные для написания теста, после ядро интегрированного фреймворка FIT которое в действительности обрабатывает каждую таблицу созданную в тестах, после проведения тестов фреймворком предоставляется результат, от которого зависит дальнейшее решение по сценарию, если он успешно пройден, то он помечается в тест-трекинговой системе, как успешный, если же нет, то тестирующий предоставляет разработчику результаты теста, для последующей корректировки кода.

Приложение возможно использовать не только для сепаративных проектов, но и для отделов работающих, с проектами, предусматривающие собой одинаковую логику для бэкенд структуры приложения, но разную структуру пользовательского интерфейса и функций, которые работают на клиентской стороне веб-сайта или приложения [4].

Заключение. Итогом проектирования является разработанный фреймворк для автоматизации процессов приемочного тестирования. В процессе разработки приложения были проведен анализ задачи, где был подробно рассмотрены все детали для реализации проекта и проанализированы основные запросы потенциальных пользователей, и подобран список необходимой литературы. Были выполнены поставленные задачи, такие как: создание информативного и удобного интерфейса, грамотное внедрение базовых веб-сервисов для работы, а также осуществление необходимой работы с системами контроля версий и разработка программной части, позволяющей применять все возможные достоинства при тестировании программного обеспечения.

Список литературы

1. Искусство тестирования программ / Гленфорд Майерс, Том Баджетт, Кори Сандлер. – Москва: Компания ООО Т-Айти, 2010. – 117 с.
2. Гибкое тестирование / Лиза Кристин, Джанет Грегори – Москва: Компания ООО Т-Айти, 2014. – 96 с.
3. Автоматизация приёмочного тестирования – Москва, 2019. - Режим доступа: <https://omni.korusconsulting.ru/blog/bystryy-start-kak-avtomatizirovat-testirovanie/>. – Дата доступа: 22.08.2019
4. Приёмочное тестирование для повышения качества программного продукта – Москва, 2020. - Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/85831/> – Дата доступа: 12.04.2020

UDC 004.4'23

FRAMEWORK FOR AUTOMATING SOFTWARE ACCEPTANCE TESTING

Matyushenok A.I.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Davydovich K.I. – master of technical sciences, sssistant of the department of EPE

Annotation. An important stage in the development of any IT product is testing. A properly organized process of testing the software product being created will ultimately save money and time on fixing errors, and moreover increase profits from the good reputation of the company.

Keywords: testing automation, framework

УДК 004.42:378:331.101.1

ПРОГРАММНО-ОБУЧАЮЩИЙ КОМПЛЕКС ПО ПРЕДМЕТУ «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА» И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Данилова А.В., Арцыменя Р.А., Коркин Л.Р.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Давыдович К.И. – магистр техн. наук, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Исследовано использование обучающих комплексов в процессе обучения студентов. Установлены задачи, по достижению которых, будет достигнута цель данного проекта. Предложено использование языка программирования, а также среды разработки для реализации данного проекта.

Ключевые слова: обучающий комплекс, безопасность жизнедеятельности человека, эргономическое обеспечение

Введение. В современных образовательных учреждениях большое внимание уделяется компьютерному сопровождению профессиональной деятельности. Статистические исследования показывают, что использование обучающих и тестирующих программ по различным дисциплинам (в рамках учебного процесса и компьютерных курсов) позволяет повысить не только интерес к будущей специальности, но и успеваемость по данной дисциплине.

Используя различные программы, в образовательных учреждениях разрабатываются программно-методические обучающие комплексы, которые соответствуют типовой рабочей программе и обеспечивают возможность студенту самостоятельно или с помощью преподавателя освоить учебный курс или его раздел [1].

Согласно исследованиям, комплексы, имеющие возможность мультимедиа, обеспечение виртуальной реальности, высокую степень интерактивности, возможность индивидуального подхода к студенту позволяют максимально облегчить процесс изучения темы, раздела дисциплины, в целом упрощают работу преподавателя, делают процесс усвоения сложного материала доступным и наглядным [2].

Информационные технологии предоставляют студентам и преподавателям возможность:

- сделать обучение более эффективным;
- сократить трату времени на поиск и запись информации, увеличив, тем самым, время на практическую деятельность;
- дать возможность индивидуального обучения, сделав процесс образования открытым;
- сделать интересным процесс обучения для категории студентов, отличающихся способностями, стилем обучения, а также для студентов с нарушениями здоровья;
- разнообразить учебную деятельность.

Модернизация учебного процесса требует перехода от пассивных способов усвоения материала к активным [3].

Здоровье и работоспособность человека в значительной степени определяются условиями микроклимата и качеством воздуха как в жилых, так и в общественных и производственных зданиях. Важность этой проблемы обусловлена еще и тем, что люди проводят в помещении значительную часть своего времени, по некоторым данным до 95% времени суток.

Независимо от состояния природных метеорологических условий в помещениях жилых и общественных зданий должны быть созданы оптимальные и/или допустимые параметры микроклимата в соответствии с действующими нормативно-методическими документами [4].

Основная часть. Целью проектирования является программно-обучающий комплекс по предмету «Безопасность жизнедеятельности человека» и его эргономическое обеспечение с целью оптимизации процесса обучения по предмету.

Объектом исследования выступает процесс обучения студентами предмета «Безопасность жизнедеятельности человека», а предметом исследования – процесс обучения студентов оценке условий микроклимата.

Назначение проектируемой системы:

- предоставление теоретического материала;
- диагностика уровня полученных знаний;
- формирование навыков определения уровня влажности в помещении;
- хранение полученных данных.

Основные функциональные возможности системы заключаются в следующем:

- ознакомление студента с теоретической частью лабораторной работы;
- предъявление студенту вопросов по теоретической части лабораторной работы (рисунок 1);
- предоставление студенту программных моделей измерительных приборов, моделирующих их работу в реальном времени для оценки условий микроклимата студентом;
- фиксация ответов студента на предъявленные вопросы/задания;
- оценка работы студента после выполнения лабораторной работы;
- сохранение данных студента и его результатов на всех ступенях проведения лабораторной работы.

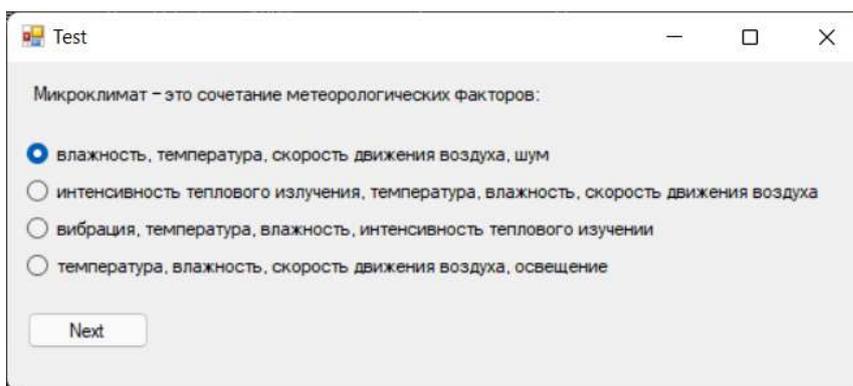


Рисунок 1 – Окно теста

Цель проектирования – программно-обучающий комплекс по предмету «Безопасность жизнедеятельности человека». Система должна осуществлять предоставление теоретического материала, диагностику уровня полученных знаний и хранение полученных данных. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- эргономическое проектирование программы;
- программное проектирование;
- разработка программы;
- экономическое обоснование программы;
- обеспечение визуальных эргономических параметров для считывания и восприятия информации;
- разработка блок-схемы алгоритма работы программы.

Для реализации программно-обучающего комплекса был выбран язык программирования C# так как данный язык позволяет создавать надежные и устойчивые приложения, которые хорошо сочетаются с системой *Microsoft*. Язык программирования C# имеет массу преимуществ таких как: простота, объектная ориентированность, типовая защищенность, «сборка мусора», поддержка совместимости версий и многое другое. Такие возможности позволяют быстро и легко разрабатывать приложения. Кроме того, C# учитывает

достижения многих других языков программирования, таких как: C++, C, Java, Visual Basic и другие.

Программная платформа *.NET Framework* была выбрана в качестве программной платформы для разработки программно-обучающего комплекса, так как эта платформа использует среду исполнения *Common Language Runtime (CLR)*. Благодаря этому программы, созданные на *.NET Framework*, могут выполняться на различных платформах и объединять в себе фрагменты кода на разных языках. Эта платформа поддерживает разработку современных приложений и обладает высочайшей совместимостью с существующими приложениями и библиотеками.

Средой разработки для реализации программного-обучающего комплекса была выбрана *Visual Studio* так как эта среда разработки признана лучшей *IDE* для работы с языком программирования C#. *Visual Studio* также является продуктом компании *Microsoft*. По этой причине среда имеет множество инструментов, которые очень хорошо работают на C#. *Visual Studio* поддерживает интуитивный стиль кодирования, что делает код более удобным для чтения и менее подверженным ошибкам. Кроме того, разработчики отмечают более высокую скорость разработки за счет функциональных возможностей *Visual Studio*, направленных на то, чтобы помочь разработчику делать свою работу как можно быстрее. Безусловным плюсом являются возможности отладки, предлагаемые в *Visual Studio*.

Заключение. Выполнен анализ проектируемой системы, ее назначение и определены основные функциональные возможности системы. Кроме того, установлены задачи, по достижению которых, будет достигнута цель данного проекта

Предложено использование языка программирования, а также среды разработки для реализации данного проекта.

Список литературы

1. Башмаков, А.И. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем / И.А. Башмаков. – Минск: Информационно-издательский дом «Фидинг», 2003. - 616 с.
2. Основные подходы к проектированию электронных учебников: материалы III Межвуз. науч.-практ. конф. «Молодежные чтения памяти Ю.А. Гагарина», Воронеж, 2016 / Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина; под ред. Э.В. Швыряев. - Воронеж, 2016. - 199 с.
3. Сулейманов, Р.Р. Методика решения учебных задач средствами программирования: учеб.-метод. пособие / Р.Р. Сулейманов - Минск: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 188 с.
4. Крйит, В.Е., Основные проблемы гигиенического нормирования микроклимата жилых и общественных зданий. Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения / В.Е. Крйит, Ю.Н. Сладкова; под ред. В.Е. Крйит. – Санкт-Петербург: Политехнический университет Петра Великого, 2018. - 853 с.

UDC 004.42:378:331.101.1

SOFTWARE AND TRAINING COMPLEX ON THE SUBJECT OF «HUMAN LIFE SAFETY» AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Danilova A.V., Artsymenya R.A., Korkin L.R.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Davydovich K.I. – master of technical sciences, sssistant of the department of EPE

Annotation. The use of training complexes in the learning process of students is investigated. Established the tasks to achieve which, the goal of this project will be achieved. The use of programming language, as well as the development environment for the implementation of this project is proposed.

Keywords: training complex, human life safety, ergonomic support

ОБУЧАЮЩЕЕ ANDROID ПРИЛОЖЕНИЕ ПО АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Царенков В.Ю.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: Карпович Е.Б. – магистр техники и технологии, старший преподаватель
кафедры ИПиЭ*

Аннотация. В работе представлены результаты эргономического проектирования программы для обучения английскому языку, раскрываются актуальность и преимущества разработанного приложения, позволяющего развивать такие важные для обучения иностранному языку навыки, как восприятие речи на слух, усвоение лексики и грамматики, а также закрепление изученного материала на практике.

Ключевые слова: обучение английскому языку, обучающая программа, android приложение

Введение. Использование мобильных приложений при обучении дает преимущество доступа к информации без каких-либо пространственных ограничений, а также возможности для персонализации и взаимодействия с пользователем в режиме реального времени, что необходимо для изучения иностранного языка.

Целью работы является эргономическое проектирование и разработка приложения для изучения английского языка, а именно: пополнения словарного запаса обучающегося, улучшения навыков восприятия иностранной речи на слух, закрепления изученного материала, путем прохождения тестов.

Основная часть. Объектом исследования в данной работе является обучающая программа, а предметом исследования – технологии разработки обучающих программ и принципы проектирования эргономичных пользовательских интерфейсов [1].

Обучающая программа – полное описание процесса обучения, содержащее учебный материал, задания, необходимые для его усвоения, и указания по их выполнению и контролю. Обучающая программа составляет основу программированного обучения и представлена в виде совокупности разделов учебного материала, заканчивающихся контрольными вопросами, заданиями или указаниями обучаемому относительно его дальнейших действий.

В работе были поставлены и выполнены следующие задачи:

- исследованы существующие аналоги обучающих программ;
- разработаны эргономические требования для оптимизации структуры приложение-пользователь;
- спроектировано и реализовано приложение для обучения английскому языку с учетом эргономических требований.

В ходе выполнения эргономического проектирования [2], разработаны алгоритмы работы пользователя, диаграмма вариантов использования, структурная схема взаимодействия пользователей со средой на рабочем месте, определены эргономические требования к информации, предъявляемой пользователю, составлен сценарий информационного взаимодействия пользователя и компьютера, проведена эргономическая оценка пользовательского интерфейса.

На рисунке 1 представлена диаграмма вариантов использования, обучающего Android приложения по английскому языку

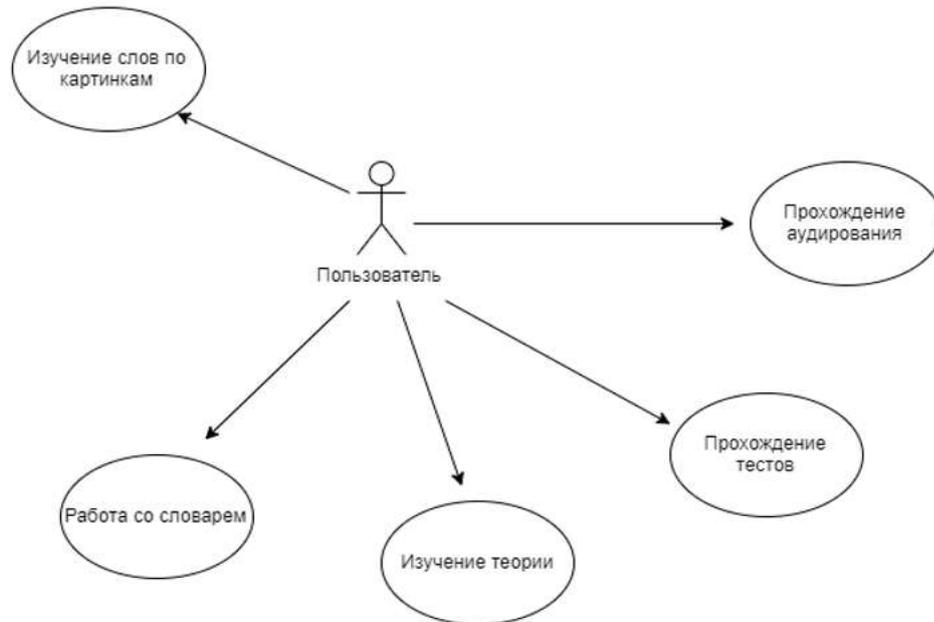


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования, обучающего Android приложения для английского языка
На рисунке 2 представлено главное меню приложения.



Рисунок 2 – Главное меню приложения

Результаты сравнительного анализа аналогов разработанного приложения, позволяют говорить о таких его преимуществах, как наличие достаточно широкого спектра функций: изучение слов по картинкам, работа со словарем, аудирование, изучение теории, закрепление материала посредством тестовых заданий. В отличие от большинства аналогов,

предназначенных для изучения иностранного языка, обучающее *android* приложение по английскому языку дает возможность развития различных навыков: восприятие речи на слух, пополнение словарного запаса, усвоение и закрепление лексики грамматических правил.

При разработке данного приложения использована операционная система *Windows*, язык программирования *Java*, а также среда разработки *Android Studio*.

Операционная система *Android* основана на платформе *Linux* для мобильных устройств, разработанных *Open Handset Alliance (ОНА)*, инициированной *Google*. Данная платформа позволяет создавать приложения на основе *Java*, которые управляют устройствам через библиотеки, разработанные *Google* [3], [4].

Заключение. Использование разработанной обучающей программы позволит повысить уровень знания английского языка. Разработанное *android* приложение способствует овладению такими видами речевой деятельности, как чтение, аудирование, говорение, письмо, перевод [5] и может быть использовано в целях повышения интенсивности и улучшения эффективности обучения английскому языку в системе общего и профессионального образования, при совершенствовании организации самостоятельной работы обучающихся.

Список литературы

1. Эргономические требования к обучающим программам [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: https://studbooks.net/1918480/pedagogika/ergonomicheskie_trebovaniya_obuchayuschim_programmam - Дата доступа : 18.03.2022.
2. Коматинени, С. *Android 4 для профессионалов. Создание приложений для планшетных компьютеров и смартфонов: пер. с англ.* / С. Коматинени, Д. Маклин. – М. : ООО «И.Д. Вильямс», 2012. – 880 с.
3. Буч, Г. *Язык UML. Руководство пользователя: пер. с англ.* / Г. Буч, Д. Рамбо, И. Якобсон. – 2-е изд. – М. : ДМК Пресс, 2007. – 496 с.
4. Шилдт, Г. *Java 8. Полное руководство: пер. с англ.* / Г. Шилдт. – 9-е изд. – М. : ООО «И.Д. Вильямс», 2015. – 1376 с.
5. Карпович, Е.Б. *Психолого-педагогические условия повышения качества обучения иностранному языку // Материалы 4-го городского научно-практического семинара «Профессионально-ориентированный иностранный язык: от обучения к эффективной коммуникации».* – Минск: Академия управления при Президенте Республики Беларусь, 2017. – С. 72-74.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

ANDROID APPLICATION FOR LEARNING ENGLISH

Tsarenkov V.U.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Karpovich E.B. – master of engineering and technology, senior lecturer of the department of EPE

Annotation. The paper presents the results of the ergonomic design of a program for teaching English, reveals the relevance and advantages of the developed application, which allows developing important English language skills.

Keywords: Learning application, learning English, android application

УДК 621.3.049.77–048.24:537.2

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТОРГОВЛИ

Титок М.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Казак Т.В. – д-р психол. наук, профессор, заведующая кафедрой ИПиЭ

Аннотация. В данной статье рассматривается разработка программного продукта для мобильных устройств на базе операционных систем *Android* и *iOS*, которое предназначено для улучшения и автоматизирования интернет-магазина. Создание данного приложения позволит независимым продавцам оптимизировать ведение бизнеса, а клиенты получат возможность выбрать продавца, товар, заказать в удобное для них место и время без предварительного общения с заказчиком.

Ключевые слова: мобильное приложение, электронное устройство

Введение. С каждым годом люди все больше и больше переходят на интернет-покупки. И действительно, это гораздо удобнее, чем предыдущий поход приобретения товаров. Клиент имеет доступ к различным каталогам во всемирной паутине, не выходя из дома и даже не вставая от компьютера.

Потенциал современных информационных технологий развивается все быстрее и быстрее с каждым днем, что открывает множество новых возможностей для организации трудовых мест и занятости населения.

Без их помощи невозможно конкурировать, а если и возможно, то со временем такие подходы ведения бизнеса будет меняться на противоположные, потому что в современном мире сложно что-то предпринимать с использованием старой модели.

Удобство такой технологии определяется относительно того времени, сколько оно существует. Хотя услугами интернет-магазинов пользуется огромное количество людей, всё же есть скептики, которые не доверяют покупкам в интернете, а предпочитают «потрогать» товар в живую. Но с каждым годом таких людей всё меньше и меньше.

В любой организации учет служит для того, чтобы иметь контроль над всеми процессами производства. Современный учет обеспечивает руководителей информацией, необходимой для принятия дальнейших решений. Оперативный учет служит базой для учетно-экономической информации по целому ряду показателей. Высокая оперативность данного вида учёта обеспечивается за счёт краткости и быстроты, поскольку оперативный учёт не предполагает обязательного документирования операций. [6]

Для создания качественного приложения для автоматизации системы интернет-магазина необходимо учитывать предпочтения пользователей. В связи с этим, необходимо реализовать такое приложение, которое позволит:

- обрабатывать и хранить информацию о товарах, заказах;
- реализовать поиск товаров по личным предпочтениям пользователей;
- увеличить клиентскую базу продавцами за счёт продвижения, лояльностей системы скидок системы, упростить функции добавления товаров и оформления заказов.

Основная часть. Объектом исследования для данной работы является система интернет-магазина.

Предметом исследования является автоматизация системы приобретение товаров в интернет-магазине.

Целью проекта является разработка автоматизированной системы интернет-магазина с помощью мобильного приложения.

Для реализации поставленной цели выполняется ряд задач:

- создание абстрактной модель системы, при помощи *UML*-диаграмм;
- создание диаграммы использования;
- описание бизнес-процесс работы клиентского приложения (*IDEF0*);
- разработка мобильного приложения интернет-магазина;
- выполнение отладки ошибок, обнаруженных в процессе разработки.

На рисунке 1 представлена диаграмма вариантов использования для неавторизованного пользователя. Она показывает описание функционала для пользователя, который не вошёл в систему.

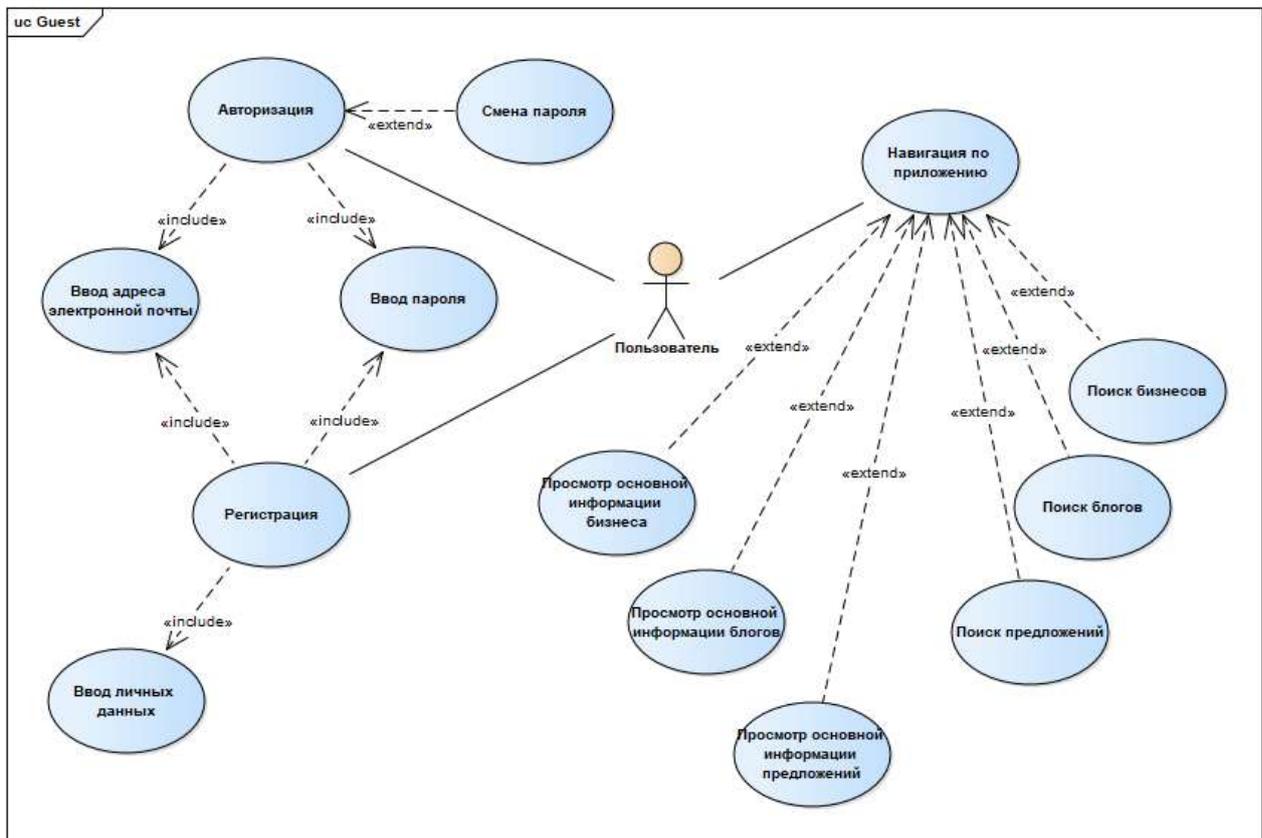


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования для неавторизованного пользователя

Субъектом диаграммы является неавторизованный пользователь.

Клиент может просмотреть продавцов, товары, осуществить поиск по каталогу, просмотреть посты продавцов. Заказать товар может только авторизованный пользователь, для этого он может либо авторизоваться при наличии учетной записи, либо зарегистрироваться и стать пользователем нашей системы.

Также при необходимости может просмотреть всю информацию о заказах в личном кабинете пользователя.

Клиентское приложение для данного проекта разработано на языке программирования *JavaScript* с использованием библиотеки *React*.

Серверная часть разработана на языке *Java* с использованием фреймворка *Spring Core* и *Hibernate* и базы данных *PostgreSQL*.

JavaScript – это легковесный, интерпретируемый или *JIT*-компилируемый, объектно-ориентированный язык с функциями первого класса.

Java – это объектно-ориентированный язык программирования, характерный кроссплатформенностью. Платформа *Java* отличается от большинства других платформ тем, что это программная платформа, работающая поверх других аппаратных платформ [7].

Spring Core – универсальный фреймворк с открытым исходным кодом для *Java*-платформы. Обеспечивает комплексную модель разработки и конфигурации для современных бизнес-приложений. Ключевой элемент *Spring* – поддержка инфраструктуры на уровне приложения, поэтому разработчики могут сосредоточиться на бизнес-логике без лишних настроек в зависимости от среды исполнения.

Заключение. Выполнен анализ предметной области, разработана база данных хранения товаров, пользователей, содержимое заказов и акты покупок. Разработано приложение, основанное на клиент-серверной архитектуре, связь реализована по протоколу *HTTP*. Создан простой и удобный пользовательский интерфейс.

Список литературы

1. Браун, Этан. *Изучаем JavaScript: руководство по созданию современных веб-сайтов* / Этан Браун. – 3-е изд. : Пер. с англ. – СПб. : ООО «Альфа-книга», 2017. – 368 с.
2. Бэнкс, Алекс. *React и Redux: функциональная веб-разработка* / Алекс Бэнкс, Ева Порселло. – СПб. : Питер, 2018. – 336 с.
3. Айзенман, Бонни. *Learning React Native: Building Native Mobile Apps with JavaScript* / Бонни Айзенман. – O'Reilly Media, 2017. – 242 с.
4. MDN [Электронный ресурс] – Веб-технологии для разработчиков. – Mozilla Corporation's, 1998. – Режим доступа : <https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript>. – Дата доступа : 12.01.2022.
5. PostgreSQL [Электронный ресурс] – PostgreSQL: The World's Most Advanced Open Source Relational Database. – The PostgreSQL Global Development Group, 1996. – Режим доступа : <https://www.postgresql.org/docs/>. – Дата доступа : 12.01.2022.
6. Выжимаем максимум из учета компьютерной техники [Электронный ресурс]. Хабр. – Habr Inc., 2022. – Режим доступа : <https://habr.com/ru/post/346396/>. – Дата доступа : 12.01.2022.
7. Java [Электронный ресурс]. Java. Oracle. – Oracle Inc., 2022. – Режим доступа : <https://docs.oracle.com/javase/tutorial/getStarted/intro/definition.html>. – Дата доступа : 12.01.2022.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

AUTOMATED ELECTRONIC COMMERCE MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM

Tsitok M.A.

Belarusian State University of Informatics and Radio electronics, Minsk, Republic of Belarus

Kazak T.V. – Psy. D., full professor, head of the department of EPE

Annotation. This article discusses the development of a software product for mobile devices based on the Android and iOS operating systems, which is designed to improve and automate the online store. The creation of this application will allow independent sellers to optimize their business, and customers will have the opportunity to choose a seller, a product, order at a convenient place and time for them without prior communication with the customer.

Keywords: mobile application, electronic device

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ РАБОЧЕГО ПЕРСОНАЛА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ С ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТЬЮ

Абаканович А.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Телеш И.А. – канд. геогр. наук, доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Множество людей по всему миру ежегодно погибает или травмируется из-за несчастных случаев на рабочем месте. Программное средство для проверки знаний рабочего персонала при выполнении работ с повышенной опасностью позволит повысить качество обучения сотрудников предприятия и, таким образом, уменьшить количество производственного травматизма.

Ключевые слова: программное средство, проверка знаний, производственный травматизм, опасность

Введение. Направлением работы является разработка программного средства для проверки знаний рабочего персонала с целью уменьшения несчастных случаев на рабочем месте. В дальнейшем разработанное программное средство будет применяться в учреждении здравоохранения «Могилевская детская поликлиника» [1]. Для реализации программы выбрано использование языка программирования C с применением WinAPI в среде разработки Visual Studio 2019.

Основная часть. По оценкам Международной организации труда около 2,3 млн. мужчин и женщин ежегодно погибают в результате несчастных случаев на рабочем месте или связанных с работой заболеваний – в среднем 6 000 человек ежедневно. Во всем мире ежегодно регистрируется примерно 340 млн. несчастных случаев на производстве. Международная организация труда регулярно обновляет эти данные, изменения которых показывает рост количества несчастных случаев на производстве [2].

Согласно данным Департамента государственной инспекции труда Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь [3] за 2021 год на предприятиях страны в результате несчастных случаев пострадало 1886 работающих, из которых 132 погибло.

Одной из причин несчастных случаев на производстве является несвоевременное обучение и проверка знаний работников по вопросам обеспечения безопасности на рабочем месте.

На предприятиях Республики Беларусь успешно применяются разнообразные методы обучения по охране труда, включающие наглядные материалы, демонстрацию фильмов и презентаций, проведение занятий и семинаров, интернет-ресурсы. Однако, кроме обучения, в организации должна быть обеспечена качественная проверка знаний, потому что проверка знаний работников о владении безопасными приемами и методами труда является одной из основных превентивных мер по профилактике несчастных случаев на производстве.

Разработанное мною программное средство позволит осуществлять проверку знаний по охране труда работающих с повышенной опасностью на предприятии в форме тестирования с использованием программного приложения, работающего в операционной системе Windows с возможностью:

- выбора конкретного вида работ с повышенной опасностью, выполняемого работником;
- выбора одного из 2 режимов: «Режим Тренировка (ознакомительный)» (применяется для ознакомления работника с программным продуктом) и «Режим Экзамен» (применяется для проверки знаний работающего) (рисунки 1, 2);
- вывода на экран правильного ответа;
- вывода на экран результатов тестирования по проверке знаний.

Также программа позволит оптимизировать работу службы охраны труда при разработке локальных правовых актов организации, в том числе:

– формировать и выводить в текстовый файл перечень работ с повышенной опасностью для утверждения руководителем организации [4];

– формировать и выводить в текстовый файл перечень вопросов по охране труда, по которым проводится проверка знаний работающих, с возможностью использования их в дальнейшем для составления билетов [5];

– формировать и выводить в текстовый файл список работников, пошедших проверку знаний, с отметкой о сдаче экзамена (прошел/не прошел) (рисунок 3).

В программе предусмотрена папка для пользователя, в которой кроме вышеперечисленной информации размещена форма протокола проверки знаний, утвержденная постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 30.12.2008 № 210.

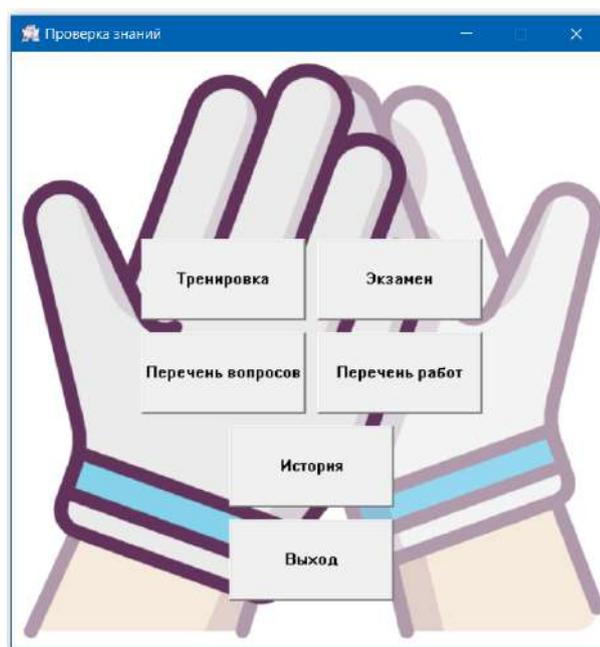


Рисунок 1 – Главное меню программного средства

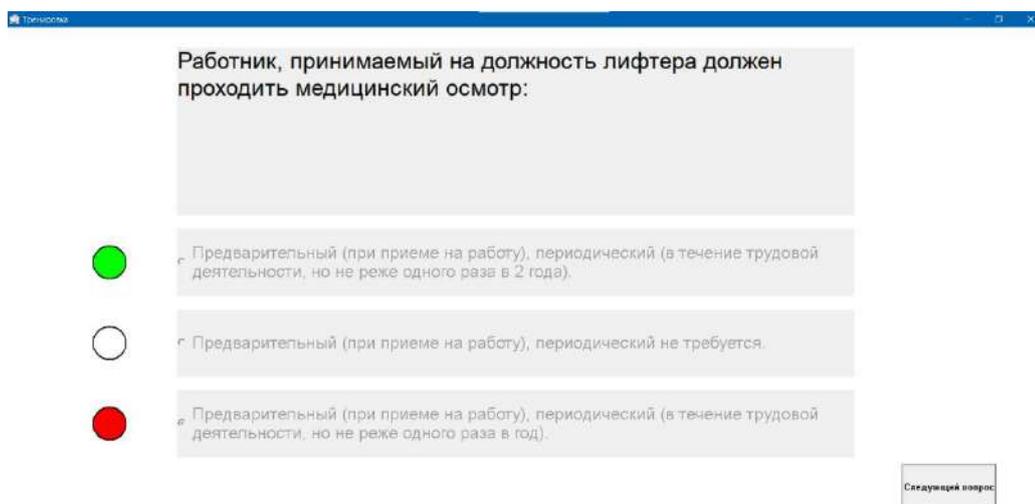


Рисунок 2 – Вид вопроса тестирования после ответа пользователя

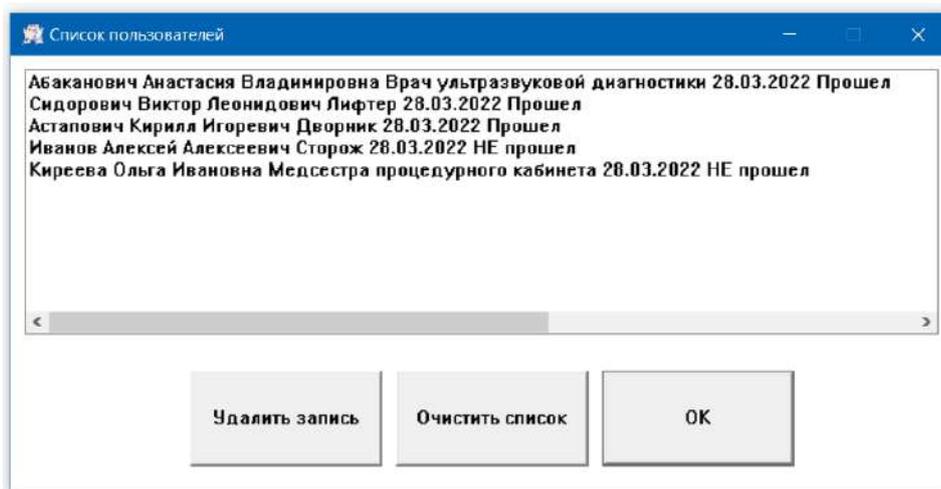


Рисунок 3 – Список работников, проходивших проверку знаний

Заключение. Обеспечить безопасность на производстве невозможно без построения четкой системы профилактики, постоянного повышения уровня компетентности работников и оптимизации работы службы охраны труда. Уровень подготовки работников по вопросам охраны труда играет особую роль при организации и проведении работ с повышенной опасностью, требующих в процессе их выполнения высокой согласованности действий.

Список литературы

1. Письмо УЗ «Могилевская детская поликлиника» от 13.12.2021 №.1-11/958 «О внедрении программного средства»
2. Мировая статистика [Электронный ресурс] / Международная организация труда. Режим доступа: https://www.ilo.org/moscow/areas-of-work/occupational-safety-and-health/WCMS_249276/lang--ru/index.htm. – Дата доступа: 15.11.2021.
3. Сведения о несчастных случаях на производстве за 2021 год [Электронный ресурс] / Департамент государственной инспекции труда. Режим доступа: <http://git.gov.by/ru/article/svedenia-o-nescastnyh-sluchaah-na-proizvodstve-za-2021-god>. – Дата доступа: 29.03.2022.
4. Инструкции о порядке обучения, стажировки, инструктажа и проверки знаний работающих по вопросам охраны труда; утв. Постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь 28.11.2008 № 175, Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021. – Режим доступа: <http://www.pravo.by>. – Дата доступа: 15.11.2021.
5. Положения о комиссии организации для проверки знаний работающих по вопросам охраны труда, утв. Постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь 30.12.2008 № 210, Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021. – Режим доступа: <http://www.pravo.by>. – Дата доступа: 15.11.2021.

UDC [004.42:001.101]:331.43

SOFTWARE TOOL FOR CHECKING THE KNOWLEDGE OF WORKING PERSONNEL WHEN PERFORMING WORKS WITH INCREASED DANGER

Abakanovich A.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Telesh I.A. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. Scores of people around the world are killed or injured every year due to workplace accidents. A software tool for testing the knowledge of working personnel when performing work with increased danger will improve the quality of training for employees of the enterprise and, thus, reduce the number of industrial injuries.

Keywords: software tool, knowledge testing, industrial injuries, danger

УДК 331.45: 34.096

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ, ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Закрута М.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Шаталова В.В. – канд. техн. наук, доцент, директор филиала «Минский радиотехнический колледж»

Аннотация. Промышленная безопасность - одно из ключевых понятий, когда дело касается опасных производств на котором, эксплуатируются ОПО и ПОО. Действующий сейчас в нашей стране закон, касающийся данной сферы, обязывает каждый производственный объект, попадающий в категорию ОПО и ПОО, пройти соответствующую экспертизу и получить разрешение на работу. Однако промышленная безопасность – это сложное комплексное понятие, которое включает в себя практически все аспекты, касающиеся деятельности предприятия.

Ключевые слова: Закон, промышленная безопасность, экспертиза, идентификация опасностей, регистрация, опасный производственный объект, потенциально опасный объект, технические устройства

Введение. Правовые основы промышленной безопасности установлены Законом Республики Беларусь «О промышленной безопасности» от 05 января 2016 г. № 354-З. Положения этого закона распространяются на все организации независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, осуществляющие деятельность в области промышленной безопасности опасных производственных объектов (далее – ОПО), потенциально опасных объектов (далее – ОПО), технических устройств на территории Республики Беларусь [3].

Основная часть. В соответствии со статьей 4 Закона Республики Беларусь от 5 января 2016 г. № 354-З «О промышленной безопасности» опасные производственные объекты в зависимости от уровня потенциальной опасности аварий на них подразделяются на три типа: объект I типа опасности - опасные производственные объекты чрезвычайно высокой опасности; объект II типа опасности - опасные производственные объекты высокой опасности; объект III типа опасности - опасные производственные объекты средней опасности. Присвоение класса опасности опасному производственному объекту осуществляется при его регистрации в государственном реестре [3].

Для целей настоящего Закона используются следующие основные понятия [2, 3]:

– авария – разрушение опасных производственных объектов и (или) потенциально опасных объектов, в том числе эксплуатируемых на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ;

– инцидент – отказ в работе или повреждение потенциально опасных объектов, эксплуатируемых на опасном производственном объекте, технических устройств, эксплуатируемых на потенциально опасном объекте, разрушение технических устройств, эксплуатируемых на потенциально опасном объекте, отклонение от параметров, обеспечивающих безопасность ведения технологического процесса, не приводящие к аварии; опасный производственный объект - объект, указанный в перечне опасных производственных объектов согласно приложению 1;

– потенциально опасный объект - объект, указанный в перечне потенциально опасных объектов в области промышленной безопасности согласно приложению 2;

– производственный контроль в области промышленной безопасности – комплекс организационных и технических мероприятий, реализуемых субъектом промышленной безопасности, направленный на обеспечение безопасной эксплуатации опасного

производственного объекта и (или) потенциально опасного объекта, а также на предупреждение аварий и (или) инцидентов на этих объектах;

– промышленная безопасность – состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от возникновения аварий и инцидентов, обеспеченное комплексом организационных и технических мероприятий, установленных настоящим Законом и иными актами законодательства [3,4];

– требования промышленной безопасности – условия, запреты, ограничения и другие обязательные для соблюдения требования, содержащиеся в настоящем Законе, актах Президента Республики Беларусь, правилах по обеспечению промышленной безопасности, иных актах законодательства, международных договорах Республики Беларусь, технических регламентах Таможенного союза, а также в технических регламентах Евразийского экономического союза и иных актах, составляющих право Евразийского экономического союза, соблюдение которых обеспечивает промышленную безопасность;

– эксперт в области промышленной безопасности – физическое лицо, обладающее специальными знаниями в области промышленной безопасности, аттестованное в установленном законодательством порядке и участвующее в проведении экспертизы промышленной безопасности, технического освидетельствования потенциально опасных объектов.

Перечень опасных производственных объектов согласно приложению 2 Закона Республики Беларусь «О промышленной безопасности»:

1. Объекты, на которых получают, транспортируют, используются расплавы черных и (или) цветных металлов и сплавы на основе этих расплавов;

2. Объекты, на которых ведутся горные работы;

3. Объекты, на которых ведутся подземные горные работы, не связанные с добычей полезных ископаемых;

4. Объекты, на которых ведется обогащение полезных ископаемых, осуществляется хранение побочных и сопутствующих продуктов отходов обогащения полезных ископаемых

5. Объекты, на которых ведется добыча нефти, природного газа;

6. Объекты, на которых изготавливаются, хранятся, уничтожаются промышленные взрывчатые вещества;

7. Объекты, на которых изготавливаются, хранятся, уничтожаются пиротехнические изделия;

8. Объекты, на которых эксплуатируется оборудование, работающее под избыточным давлением;

9. Объекты, на которых эксплуатируются объекты газораспределительной системы и газопотребления;

10. Объекты, на которых эксплуатируются грузоподъемные краны;

11. Объекты, на которых эксплуатируются пассажирские канатные дороги

12. Объекты, на которых изготавливаются, хранятся, транспортируются, уничтожаются взрывчатые вещества и изделия, их содержащие, за исключением промышленных взрывчатых веществ.

Основы промышленной безопасности образуют [3,4]:

– лицензирование видов деятельности в области промышленной безопасности;

– разрешения (свидетельств) на право выполнения отдельных видов работ (оказания отдельных видов услуг) при осуществлении деятельности в области промышленной безопасности

– идентификацию опасных производственных объектов;

– регистрацию опасных производственных объектов;

– требования промышленной безопасности к потенциально опасным объектам, техническим устройствам;

– декларацию промышленной безопасности;

– производственный контроль в области промышленной безопасности;

- подготовка по вопросам промышленной безопасности и проверка знаний по вопросам промышленной безопасности;
- требования промышленной безопасности по готовности к действиям по локализации и ликвидации последствий аварий;
- учет аварий и инцидентов;
- обязательное страхование ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта;
- надзор в области промышленной безопасности;
- ответственность за нарушение законодательства.

Заключение. Правовой основой организации административно - производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности являются Закон Республики Беларусь «О промышленной безопасности», «Положение об организации и осуществлении производственного контроля в области промышленной безопасности» и другие законодательные акты в области промышленной безопасности.

Нормативно-техническая документация по безопасной эксплуатации различных технических устройств включает в себя все необходимое для того, чтобы сделать производство безопасным.

Производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности - один из важнейших элементов системы управления промышленной безопасностью на опасных производственных объектах. Производственный контроль организуется и осуществляется субъектами хозяйственной деятельности, независимо от их организационно-правовой формы, эксплуатирующими опасные производственные объекты [4].

Внедрение производственного контроля является первым этапом формирования эффективно действующих систем управления промышленной безопасностью на опасных производственных объектах.

Список литературы

1. *Безопасность жизнедеятельности: Учеб. 12-е изд., перераб. и доп. / Под ред. О.Н.Русака. – Спб.: Лань, 2007. – 672 с.*
2. *Назаров А.К. Теоретические основы безопасности жизнедеятельности. - М.: ДЭФА, 2000. - 120 с.*
3. *Закон Республики Беларусь «О промышленной безопасности». № 354-3, 05.01.2016 в ред. от 10 декабря 2021 г. № 66-3: с изм. и доп. от 28 мая 2021 г. № 114-3.*
4. *Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь «Об утверждении Примерного положения об организации и осуществлении производственного контроля в области промышленной безопасности», № 37, 15.07.2016 [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ilex-private.ilex.by/view-document/BELAW/194512>. – Дата доступа: 25.03.2022.*

UDC 331.45: 34.096

ORGANIZATIONAL, LEGAL BASES OF INDUSTRIAL SAFETY

Zakruta M.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Shatalova V.V. – PhD, assistant professor, Director of the branch «Minsk Radio Engineering College»

Annotation. Industrial safety is one of the key concepts when it comes to hazardous industries where hazardous industrial facilities and industrial facilities are operated. The law currently in force in our country relating to this area obliges each production facility that falls into the category of HIFs and PHOs to undergo an appropriate examination and obtain a work permit. However, industrial safety is a complex concept that includes almost all aspects related to the activities of an enterprise.

Keywords: Law, industrial safety, expertise, hazard identification, registration, hazardous production facility, potentially hazardous facility, technical devices

ОБЛАЧНОЕ МОБИЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ

Анищенко П.Д., Медведев О.С., Коркин Л.Р.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Меженная М.М. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Рассмотрено облачное мобильное тестирование как услуги (*mobile TaaS*), включая основные концепции и направления тестирования. Также представлено сравнение подходов к мобильному *TaaS* на основе облачных технологий.

Ключевые слова: тестирование, облачное, мобильное, *TaaS*

Введение. С быстрым развитием технологий мобильных компьютеров и беспроводных сетей наблюдается значительный рост числа абонентов мобильной связи. Это приводит к появлению новых бизнес-требований и требований к тестированию мобильного программного обеспечения, а также вызывает новые проблемы и трудности. Поэтому для решения основных проблем тестирования мобильных приложений необходимо облачное мобильное *TaaS* (тестирование как сервис). Тестирование как сервис (*TaaS*) - это модель аутсорсинга, при которой деятельность по тестированию передается третьей стороне. Здесь тестирование проводится сторонними подрядчиками, а не сотрудниками организации. *TaaS* используется, когда Компании не хватает навыков или ресурсов для внутреннего тестирования или чтобы получить свежий взгляд со стороны. Чаще всего на аутсорс отдают тестирование функциональности, производительности и безопасности.

Основная часть. По сравнению с обычным мобильным тестированием, процесс тестирования облачных мобильных *TaaS* в первую очередь фокусируется на таких типичных функциях, как тестирование на основе арендаторов и тестирование масштабируемости [1-3]. На рисунке 1 показан процесс тестирования (функциональное тестирование) для мобильного *TaaS* и традиционного мобильного тестирования. Левая сторона процесса представляет облачное мобильное *TaaS*, а правая - традиционное тестирование. Стоит обратить внимание, что действия по тестированию в пунктирной рамке являются общими для обеих сторон.

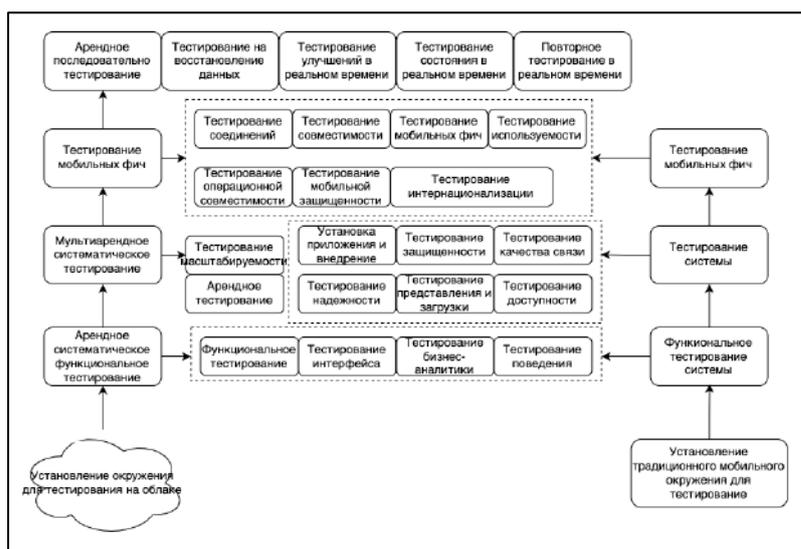


Рисунок 1 – Сравнение процесса тестирования для облачного мобильного *TaaS* и традиционного мобильного тестирования.

1. Создание тестовой среды в облаке, включая управление и проведение тестов, отслеживание и мониторинг, взаимодействие с сервером *TaaS*, а также с его базовым облаком

мобильных эмуляторов (или облаком устройств);

2. Тестирование функций системы на базе арендаторов, включает в себя различные функции и возможности обслуживания на базе арендаторов;

3. Тестирование системы на основе арендаторов, проверяется мультисервисность, *QoS*, масштабируемость и т.д.;

4. Тестирование мобильных функций, проверяются функции мобильности, удобство использования, совместимость и т.д.;

5. Непрерывное тестирование на основе арендатора, рассматривает, как поддерживать непрерывную оценку мобильной системы, включая тестирование восстановления, тестирование обновления в реальном времени, тестирование регресса и т.д.

В связи с новыми возможностями мобильных *TaaS* в облаке, традиционные подходы к тестированию столкнулись со многими трудностями, такими как масштабные услуги тестирования и тестирование по требованию. Таким образом, для решения этих проблем необходимы новые подходы и инфраструктура. Представлены такие решения, как: Облачный мобильный *TaaS* обладает четырьмя основными преимуществами. К ним относятся:

- Инфраструктура мобильного тестирования на основе эмуляции или симуляции в облаке;

- Инфраструктура мобильного тестирования на основе краудтестинга в облаках;

- Устройство облачной инфраструктуры.

С быстрым развитием технологий мобильных компьютеров и беспроводных сетей наблюдается значительный рост числа абонентов мобильной связи. Это приводит к появлению новых. На сегодняшний день представлены практики по предоставлению услуг тестирования мобильных приложений на базе (мобильного) облака.

Например, *TestDroid* от *Bitbar* (*Bitbar* предлагает услуги по удалённому ручному и автоматизированному тестированию (используя *Appium* и другие фреймворки), а также, при желании позволяет использовать что-то похожее на crawler от *Firebase Test Lab (Robot Test) – AI TestBot*. Главное преимущество *BitBar'a* – это неограниченное количество потоков тестирования (то есть своё приложение можно сразу протестировать на сотне устройств), выбрав нужный пул устройств предварительно (рисунок 2)) предлагает услуги по тестированию мобильных приложений по требованию на тысячах реальных устройств *Android* и *iOS* на основе самостоятельно разработанной облачной инфраструктуры. *Keypote* от *dynatrace* предлагает облачные решения для тестирования, мониторинга и аналитики, оптимизирующие качество и производительность. Компания *uTest* использует краудсорсинг в качестве важного дополнения для тестирования веб- и мобильных приложений в лаборатории.

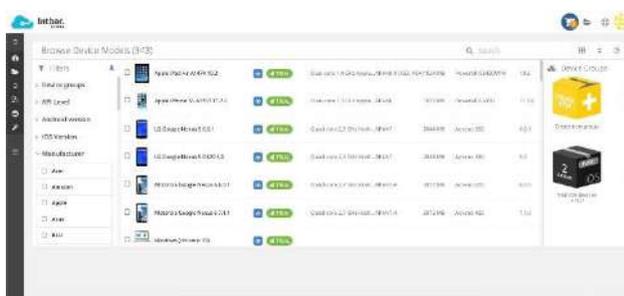


Рисунок 2 – Демонстрация выбора устройств сервиса Bitbar

Облачный мобильный *TaaS* обладает четырьмя основными преимуществами. К ним относятся:

- Предоставление крупномасштабного мобильного тестирования в любое время и в любом месте;

- Снижение затрат за счет совместного использования мобильных вычислительных ресурсов;

– Поддержка услуг мобильного тестирования по требованию с эластичными ресурсами мобильного тестирования;

– Обеспечение эластичной масштабируемой автоматизации мобильного тестирования. С быстрым ростом числа развертываний мобильных приложений на устройствах инженерам требуются более адекватные методы проверки и средства автоматизации тестирования, чтобы справиться с обсуждаемыми вопросами и проблемами при тестировании мобильных приложений.

Заключение. Таким образом при сравнении процесса тестирования для облачного мобильного *TaaS* и традиционного мобильного тестирования можно наблюдать значительные преимущества модели тестирования с использованием технологии *TaaS*. Для компаний, нуждающихся в услугах тестирования значительную роль в выборе технологий и методов, будет играть как удобство бизнес модели (это как сокращение расходов на оборудование и персонал, который его обслуживает), так и более современный подход к выполнению поставленных задач, который позволит не только предоставить качественную услугу, но и провести тестирование используя современный технологический подход. Из недостатков можно отметить, что многие компании не готовы задействовать сторонние сервисы из-за ограничений, связанных с рисками раскрытия коммерческой тайны, а так же опасениями утери конфиденциальных данных.

Список литературы

1. J. Gao, W. T. Tsai, R. Paul and X. Y. Bai, *Mobile testing-as-a-service (Mobile TaaS) Infrastructures, Issues, Solutions and Needs*, in *Proceedings of the IEEE International Symposium on High Assurance Systems Engineering*, 2014, pp. 158–167.
2. O. E. K. Aktouf, T. Zhang, J. Gao and T. Uehara, *Testing location-based function services for mobile applications*, in *Proceedings of the First International Workshop on Mobile Cloud TaaS*, 2015.—143 p.
3. W. T. Tsai, Y. Hang and Q. H. Shao, *Testing the scalability of SaaS applications*, in *Proceedings of the IEEE International Conference on Service-Oriented Computing and Applications*, 2011, pp. 1–4.
4. Особенности тестирования мобильных приложений [Электронный ресурс] – 2019. – Режим доступа: <https://qaevolution.ru/osobennosti-testirovaniya-mobilnykh-prilozhenij/> – Дата доступа: 23.03.2022.
5. Основные этапы тестирования мобильных приложений [Электронный ресурс] – 2021. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/570784/> – Дата доступа: 23.03.2022.
6. Тестирование мобильных приложений [Электронный ресурс] – 2022. – Режим доступа: <https://software-testing.ru/library/testing/mobile-testing> – Дата доступа: 23.03.2022.

UDC 004.052.2

CLOUD-BASED MOBILE TESTING AS A SERVICE

Anishchanka P.D., Medvedev O.S., Korkin I.R.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Mezhennaya M.M. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. Cloud mobile testing as a service (mobile TaaS) is considered, including the main concepts and areas of testing. A comparison of cloud-based approaches to mobile TaaS is also presented.

Keywords: testing, cloud, mobile, TaaS

УДК 159.928.235

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ И ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ЗАПОМИНАНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Муромская Е.В., Морозова М.Е., Филатов В.П.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Пилиневич Л.П. – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе рассматривается необходимость запоминания информации и самые популярные приемы для этого. Также был проведен анализ самых популярных на сегодняшний день методов и психологических механизмов для запоминания информации.

Ключевые слова: память, методы запоминания, метод Локусов, мнемоника, рифмизация, чанкинг-метод, интервальные повторения

Введение. Сегодня мир живет в веке информационных технологий, а значит главным товаром выступает информация. Количество знаний, которыми может обладать современный человек - огромно, и очень важно не потеряться в океане информации и грамотно использовать человеческие ресурсы памяти.

Память имеет очень большое значение в жизни и деятельности человека. Благодаря памяти человек имеет представления о воспринятых ранее вещах или явлениях, в результате чего содержание его сознания не ограничивается наличными ощущениями и восприятиями, но включает в себя и приобретенные в прошлом опыт и знания. Мы запоминаем наши мысли, сохраняем в памяти возникшие у нас понятия о вещах и законах их существования. Память позволяет нам использовать эти понятия для организации наших будущих действий и поведения. Если бы человек не обладал памятью, его мышление было бы весьма ограниченным, так как проводилось бы лишь на материале, получаемом в процессе непосредственного восприятия.

Американские ученые попытались сравнить человеческий мозг с жестким диском компьютера и подсчитали, что человеческая память способна содержать в себе около 1 миллиона гигабайт (или 1 петабайт). Для сравнения, поисковая система *Google* обрабатывает ежедневно около 24 петабайт данных. Если учесть, что для обработки такого большого массива информации мозг человека тратит только 25 ватт энергии, его можно назвать самым эффективным вычислительным устройством на Земле [1].

На сегодняшний день было разработано множество методов для эффективного - а значит, быстрого и точного - запоминания информации.

Целью работы является просмотр и анализ эффективности различных психологических механизмов и методов запоминания информации.

Основная часть. Для лучшего понимания методов запоминания приведем определение памяти:

Память – форма психического отражения действительности, заключающаяся в закреплении, сохранении и последующем воспроизведении человеком своего опыта [2]. Память является одной из самых важных вещей в жизни человека. Именно она позволяет человеку накапливать новые знания, навыки и умения, чтобы использовать их в дальнейшей жизни. Ученые установили, что память является основой любого психического явления. Без нее невозможна ни одна другая психическая функция: все ощущения и образы будут считаться возникшими в первый раз, то есть познание мира станет невозможным, так же, как и мышление. Человек без опоры на память будет способен реагировать только на стимулы, действующие в данный момент. Таким образом, память – необходимое условие для существования человека, для единства его личности.

Рассмотрим различные методы запоминания информации.

Метод локусов (от лат. *locus* – местоположение; другие названия – метод мест, дворец памяти, чертоги разума, пространственная мнемоника) – мнемонический (то есть помогающий развитию памяти) метод, изложенный ещё в древнеримских трактатах, посвященных риторике. Основан на мысленно-пространственных ассоциациях, целью которых является создание, упорядочивание и дальнейшее использование всего содержимого человеческой памяти. Использование подобного метода упорядочивания и хранения информации можно наблюдать во многих трудах по психологии и нейрологии, при том, что он использовался также в первой половине XIX века в работах на тему риторики, логики и философии [3].

Лучше всего этот способ подойдет для визуалов, то есть людей, оперирующих в основном зрительными образами. Суть метода сводится к созданию “дворца памяти” – места, которое хорошо знакомо человеку, по которому ему комфортно “перемещаться”. Необходимо сильно связать информацию, требующую запоминания, с определенным объектом во “дворце”. При этом лучше использовать первую пришедшую на ум ассоциацию. Чтобы запомнить связанную информацию, например, стихотворение, необходимо проложить ассоциативный путь по “дворцу памяти”. Для большого количества различной информации лучше использовать разные комнаты. Когда вам понадобится вспомнить что-то, нужно будет снова пройти свой ассоциативный путь.

Следующим рассмотренным методом будет мнемоника. Мнемоника представляет собой набор техник, которые упрощают запоминание информации. Люди часто сталкиваются с приемами мнемоники и даже не понимают этого.

Практически каждому известна фраза для запоминания цветов радуги и цветов спектра: “Каждый Охотник Желает Знать Где Сидит Фазан”. В данном случае для запоминания используется смысловая фраза, первая буква каждого слова в которой является первой буквой цвета. Во фразе сохраняется также и правильная последовательность от красного (видимый свет с наибольшей длиной волны) до фиолетового (видимый свет с наименьшей длиной волны) цвета.

Большую популярность имеет метод “Рифмизация”. Его сутью является придумывание рифмы для запоминания какой-то сложной информации. В качестве примера рассмотрим стихотворения для запоминания спряжений русского языка:

“Ко второму же спряженью
Отнесем мы, без сомненья,
Все глаголы, что на -ить,
Исключения: брить, стелить.
И ещё: смотреть, обидеть,
Слышать, видеть, ненавидеть,
Гнать, дышать, держать, вертеть
И зависеть, и терпеть.”

Данное стихотворение выучить гораздо проще, чем заучивать определения и исключения. Метод рифмизации можно использовать в совокупности с другими приемами: в начале создается стихотворение с рифмой, а потом применяется один из методов для быстрого запоминания данного стихотворения, например, метод образов.

Еще один часто используемый метод – Чанкинг-метод или деление на фрагменты. Чанкинг-метод – это объединение нескольких элементов, которые нужно запомнить, в одну небольшую группу.

Чаще всего люди используют этот метод при необходимости запомнить какие-либо длинные последовательности цифр: номера телефонов и банковских счетов, но также он применяется и для других типов информации. Например, при дизайне пользовательских интерфейсов Чанкинг-метод подразумевает разделение контента на небольшие законченные блоки вместо использования одного большого неструктурированного потока информации.

Суть метода заключается в том, что человек должен сгруппировать информацию на основе принципа семантического кодирования – предметы или информация помещаются в небольшие группы по определенным критериям и признакам. Для повышения эффективности,

признак для группировки должен быть наиболее простым и понятным человеку, использующему данный метод запоминания.

Далее рассмотрим метод интервальных повторений, заключающийся в том, что для продуктивного и долгосрочного запоминания информации, человеку следует повторять ее через определенные, постоянно возрастающие интервалы. Для данного метода даже выведена специальная формула. Согласно ей, оптимальные интервалы для запоминания: первое повторение – через 24 часа, второе повторение – через 7 дней, третье – через 16 дней, четвертое – через 35 дней.

Этот метод, также рекомендуется совмещать с другими. Например, совместно с методом флэш-карт для изучения иностранных языков, где на каждой карточке написано несколько вариантов написания слова на разных языках, и вы повторяете их с определенной периодичностью.

Наиболее простым и естественным для человека способом запоминания является сторителлинг.

Согласно исследованиям ученых, наш мозг настолько любит истории, что хорошее повествование может вызвать высвобождение окситоцина – гормона, который усиливает эмпатию у людей.

Метод основан на создании различных сюжетов, в которые вписаны нужные для запоминания элементы. В результате эти сюжеты связываются в последовательные истории, которые наш мозг запоминает быстро и легко. Так же, как и в методе локусов, здесь не важна точность повествования, важно только органично вписать нужную информацию в повествование.

Заключение. Выполнен анализ различных психологических механизмов и методов для запоминания информации. Были сделаны выводы о том, что для быстрого и легкого запоминания, нам нужно сделать информацию, которую мы хотим запомнить, интересной для мозга. Чтобы успешно использовать любую из приведенных техник запоминания, следует найти то, что работает именно для конкретного человека, и правильно определить цели.

Список литературы

1. Головной мозг человека [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Головной_мозг_человека/– Дата доступа : 20.02.2022.
2. Память [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <https://prepod.nspu.ru/mod/page/view.php?id=24045/>– Дата доступа : 20.02.2022.
3. Метод Локусов[Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_локусов/– Дата доступа : 20.02.2022.

UDC 159.92

PSYCHOLOGICAL MECHANISMS AND EFFECTIVE METHODS OF REMEMBERING INFORMATION

Muromskaya E.V. Morozova M.E. Filatov V.P.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Pilinevich L.P. – Dr. Tech. Sc., full professor, professor of the department of EPE

Annotation. The paper considers the need to memorize information and the most popular techniques for this. The analysis of the most popular methods and psychological mechanisms for memorizing information was also carried out.

Keywords: memory, memorization methods, locus method, mnemonics, rhyming, chunking method, interval repetitions

ВЕБ-САЙТ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА ДЕТЬМИ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Гончар Л.В., Геллер Е.Я., Радченко М.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Розум Г.А. – магистр техники и технологий, старший преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. Английский язык является международным языком, который на сегодняшний день можно изучать не только по книгам, но и с помощью интернет-ресурса, поэтому современные родители всё чаще задумываются о том, чтобы привить любовь детей к иностранному языку как можно раньше, поэтому данная разработка идеально подойдет для тех, кто решил заняться изучением языка с нуля [1]. Веб-сайт позволит не только изучать английский язык детям, но и даст возможность родителям отслеживать прогресс обучения.

Ключевые слова: Веб-сайт, английский язык, дети, игры, обучение

Целью проекта является разработка веб-сайта для изучения английского языка детьми в возрасте от шести до десяти лет, но не имеющая каких-либо возрастных ограничений. Объектом проекта является веб-сайт для изучения английского языка, а предметом исследования – технологии разработки веб-сайта и принципы проектирования эргономических пользовательских интерфейсов.

На сегодняшний день в интернете можно найти бесплатные и платные курсы по английскому языку, различные приложения для компьютеров и телефонов, однако данная разработка хороша тем, что нацелена строго на изучение английских слов, т.е. не перегружена информацией, в которой можно потеряться не только ребенку, но и взрослому человеку. Веб-сайт для изучения английского языка детьми реализован в игровой форме с рядом различных звуковых и визуальных подсказок, что позволяет ребенку легче адаптироваться в учебном процессе и способствует ускоренному запоминанию слов. Также во время обучения имеется возможность проходить контрольные тесты и отслеживать свой прогресс.

Таким образом, для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи:

1. Обеспечить хранение и обработку информации в базе данных.
2. Выполнить разработку прототипов для различных разрешений экранов.
3. Выполнить проектирование и реализацию клиентской и серверной частей веб-сайта, с учетом эргономических требований.
4. Предоставить материалы для изучения иностранного языка.

Для достижения поставленных задач необходимо использовать следующий стек технологий: для разработки клиентской стороны пользовательского интерфейса – языки разметки *HTML* и *CSS*, язык программирования *JavaScript* и фреймворк *Angular*, для разработки программно-аппаратной части, отвечающей за функционирование внутренней части веб-сайта – технологии *NodeJs* и *Express*, а в качестве хранилища данных подключена база данных *MongoDB*.

Базовый функционал веб-сайта включает в себя следующие возможности:

- авторизация;
- регистрация;
- просмотр всех английских слов и их перевод;
- воспроизведение слова на английском языке;
- просмотр статистики обучения;
- прохождение контрольных тестов на время;
- просмотр результатов контрольных тестов на графиках;
- сопровождение пользователя подсказками;

- для администратора: удаление, редактирование, добавление слов.
- Преимущества разрабатываемой системы:
- дизайн адаптируется под любое устройство;
 - статистика обучения: количество нажатий на слово во время игры/тренировки, процент успешно выбранных слов и т.д.;
 - возможность услышать, как произносится слово;
 - возможность сделать сброс статистики;
 - возможность в любой момент пройти тест с выбранными словами на время;
 - возможность просмотра результатов тестов на графике/диаграмме;
 - возможность изменить темную тему сайта на светлую и наоборот;
 - возможность изменить язык веб-сайта с русского на английский.
- Далее на рисунках 1 - 5 представлены основные прототипы веб-сайта для изучения английского языка детьми:



Рисунок 1 – Главная страница



Рисунок 2 – Режим игры

Категория	Слово	Перевод	Тренировки	Узрано	Ошибки	Процент узраненных слов
Животные (П)	otter	выдра	0	0	0	0
Животные (П)	cow	корова	0	0	0	0
Животные (П)	dog	собака	0	0	0	0
Животные (П)	goat	козел	0	0	0	0
Животные (П)	pig	свинья	0	0	0	0
Животные (П)	sheep	овца	0	0	0	0
Животные (П)	hedgehog	ежик	0	0	0	0
Животные (П)	cat	кот	0	0	0	0

Рисунок 3 – Статистика обучения

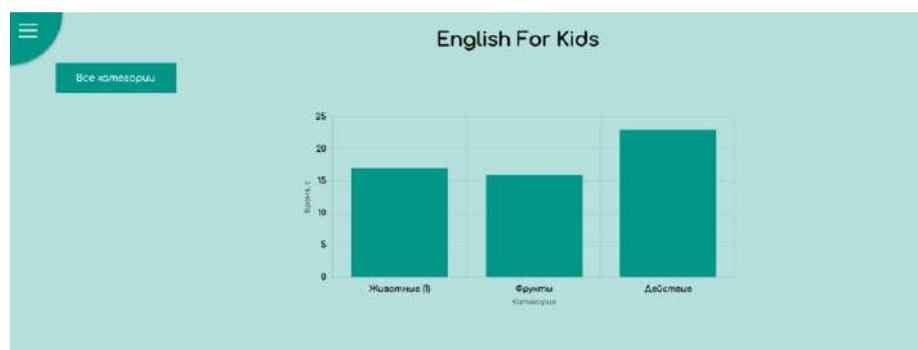


Рисунок 4 – Результаты прохождения тестов

Данный веб-сайт позволит создать непринужденную обстановку, в которой обучение пройдет легче, по сравнению с принудительными методами преподавания. В процессе игры дети не только смогут запомнить новые слова, выражения или правила, но также будут активно развивать свое внимание, память, мышление, наблюдательность и, конечно же, творческие способности. Применение игр в обучение способствует поддержанию интереса к английскому языку, а также помогает легче усвоить, закрепить и освоить материал урока [2].

Список литературы

1. Создание интернет-ресурса для изучения английского языка [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <https://school-science.ru/6/3/37829/> – Дата доступа : 20.02.2022.
2. Детские игры для изучения английского языка [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <https://puzzle-english.com/directory/gamesforchildren/> – Дата доступа : 20.02.2022.

UDC 004.777:811.11-053+331.101.1

WEBSITE FOR LEARNING ENGLISH BY CHILDREN AND ITS ERGONOMIC SOFTWARE

Gonchar L.V., Geller E., Radchenko M.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Rozum G.A. – master of engineering and technology, senior lecturer of the department of EPE

Annotation. English is an international language, which today can be learned not only from books, but also with the help of an Internet resource, so modern parents are increasingly thinking about instilling children’s love for a foreign language as early as possible, that’s why this development is ideal for those, who decided to start learning the language from scratch. The website will not only allow children to learn English, but will also enable parents to track their progress.

Keywords: Website, English, kids, games, learning

УДК 612.845.5: 004.4

АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ЛИЦ С АНОМАЛИЯМИ ЦВЕТОВОГО ЗРЕНИЯ

Синицына В.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Прудник А.М. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. На сегодняшний день широко распространено использование мобильных приложений для создания комфортных условий деятельности людей с теми или иными особенностями. В частности, исключительного внимания заслуживают приложения для категории людей с такими нарушениями зрения, как аномалии цветового зрения. Анализ мобильных приложений для лиц с особенностями цветовосприятия поможет лучше разобраться в актуальности данных приложений, особенностях их использования и необходимости последующих усовершенствований, реализация которых повысит качество взаимодействия лиц, имеющих аномалии цветового зрения, с приложениями.

Ключевые слова: цветовая слепота, особенности цветовосприятия, мобильные приложения, количество скачиваний, функциональные возможности

Введение. Общеизвестно, что 90% информации об окружающем мире человеку дает зрение [1]. Зрение представляет собой главный канал восприятия информации, посредством которого человек овладевает знаниями, представленными в виде текстов, картинок, жестов. Особая значимость обладания визуальной информацией делает необходимой разработку различных методов и средств, помогающих людям с проблемами зрения адаптироваться и комфортно существовать в мире постоянно циркулирующего потока данных.

Одним из нарушений зрения, которое мешает людям корректно воспринимать окружающую их визуальную информацию, является аномалия цветового зрения. Аномалии цветового зрения генетического происхождения свойственны 5-8% мужского и 0,5% женского населения, что означает наличие данной врожденной особенности у 200-320 миллионов мужчин и примерно 20 миллионов женщин [2]. Внушительные цифры статистики заставляют многих исследователей и разработчиков задумываться о том, каким образом можно сделать взаимодействие людей с аномалиями цветового зрения и окружающего мира более комфортным.

В случае наличия у человека нарушения цветовосприятия он часто не может рассчитывать на возможность взаимодействия с некоторыми устройствами не только в быту, но и в определенной профессиональной сфере. Например, сложности с определением цвета моргающих ламп на приборной панели испытывают пилоты, имеющие цветоаномалию [3].

Совершенствование технических возможностей обеспечивает развитие безграничного доступа людей к любому типу информации, а также позволяет им осваивать интересующие профессии, ранее являвшиеся для них недоступными в силу проблем со здоровьем.

Так, цель работы – проанализировать функциональные возможности мобильных приложений для людей с аномалиями цветового зрения.

Среди задач можно выделить следующие: рассмотрение приложений, найденных в *Google Play* по соответствующим запросам; классификация данных приложений по функциональному предназначению; анализ функциональных возможностей классифицированных приложений.

Основная часть. Прежде всего необходимо рассмотреть виды аномалий цветового зрения, среди которых на сегодняшний день можно выделить такие, как:

1) Аномальная трихромазия (включает тританомалию, протаномалию, детераномалию), особенность которой заключается в недостаточном количестве фотопигмента определенного цвета (красного, синего или зеленого). На данный момент дейтераномалия встречается у 5%

мужского населения, имеющих ту или иную аномалию цветового зрения. Формы аномальной трихромазии имеют различные степени тяжести: *A*, *B* и *C*.

2) Дихромазия, возникающая в случае отсутствия красного, синего или зелёного фотопигмента у человека. Аномалия включает в себя дейтеранопию, протанопию, тританопию.

3) Монохромазия, при которой восприятие цвета отсутствует полностью, люди видят мир как чёрно-белую фотографию. Встречается данная аномалия у 0,00001% населения Земли.

Далее, для более качественной категоризации и последующего анализа приложений применена методология, подробное описание которой приведено ниже.

В качестве поисковой системы для нахождения существующих мобильных приложений для людей с аномалиями цветового зрения использован *Google Play*, так как именно там люди чаще всего производят поиск интересующих их приложений, а затем и скачивают их.

Поисковые запросы, призванные помочь в нахождении приложений для людей с цветовой слепотой, выполнены на английском языке, так как большинство приложений реализованы на нём с целью повсеместного использования, а отобранные приложения исключали дубли. Ответом на каждый запрос являлись приложения различного функционального предназначения, которые делятся на несколько категорий: «Приложения-инструменты», «Приложения-симуляторы», «Приложения-тесты», «Иные приложения». Приложения последней категории не учитывались, так как не имеют прямого отношения к проблеме цветовосприятия.

В категории «Приложения-инструменты» содержались приложения для непосредственной помощи людям с различными видами аномалий. Данные приложения помогали при помощи фото, видео или наблюдения за предметами через экран телефона в реальном времени воспринимать информацию об окружающей действительности посредством получения подсказок о цвете объекта, а также корректированием таких характеристик, например, как яркость и насыщенность изображений.

Категория «Приложения-симуляторы» включает в себя приложения для преобразования имеющихся фотографий, видео, изображений в реальном времени через камеру телефона в соответствии с видением данного графического материала людьми с особенностями цветовосприятия.

«Приложения-тесты» включали в себя приложения, призванные помочь людям или определить наличие особенностей цветовосприятия, или обнаружить отсутствие таковых.

Так, «Приложений-инструментов» оказалось 12, «Приложений-симуляторов» – 5, «Приложений-тестов» – 56. Заметно явное превалирование количества приложений для тестирования над количеством приложений в иных категориях. Полезных приложений для цветоаномалов лишь 16% от общего числа всех приложений, однако именно такие приложения и представляют особый интерес, так как помогают человеку ежедневно преодолевать существующий между ним и миром барьер в восприятии цвета.

Использованная в исследовании методология отбора приложений в общем виде может быть представлена следующим образом:

1) в качестве исходных данных представлены приложения в *Google Play*;

2) среди множества приложений в *Google Play* отобраны такие, которые соответствовали запросам: «*color blindness*», «*daltonism*», «*color vision deficiency*», «*protanomaly*», «*deutanomaly*», «*tritanomaly*», «*protanopia*», «*tritanopia*», «*deutanopia*», «*achromatopsia*», «*dichromasia*», «*monochromacy*», «*anomalous trichromasia*»;

3) после каждого такого запроса произведена фильтрация найденных приложений с английским языком интерфейса без дубликатов с предыдущими запросами;

4) произведено суммирование приложений по соответствующим категориям на основании результатов выполненных запросов, вследствие чего выделяются такие значимые категории приложений, как: а) «Приложения-инструменты»; б) «Приложения-симуляторы»; в) «Приложения-тесты»;

5) проведён анализ приложений в каждой категории по их стоимости, количеству скачиваний, разработавшему лицу, специальным требованиям и особенностям в применении для людей с различными видами аномалий цветового зрения.

После анализа приложений в каждой конкретной категории получилось выделить функциональные возможности приложений, а также их особенности, преимущества и недостатки.

Так, исходя из полученных в процессе анализа «Приложений-инструментов» результатов, можно выделить следующие особенности приложений данной категории:

- все приложения позволено скачивать бесплатно, что привлекает пользователей;
- среди приложений наблюдается достаточно большое количество таких, количество скачиваний которых превышает 1000, 10000 и даже 100000, что говорит об их популярности;
- в качестве разработчиков чаще выступают самостоятельные разработчики, однако присутствуют приложения, разработанные коммерческими организациями, в которых обычно наблюдается более высокий уровень разработанных приложений;
- среди особых требований стоит выделить: наличие камеры, подключение к сети «Интернет», доступ к памяти и иные;
- кроме того, почти 42% приложений представляют собой лишь идентификаторы цвета объектов, на которые в данный момент наведена камера телефона; ещё 42% приложений имеют фильтры для помощи в отображении картинок, видео или окружающего мира для людей с дихромазией; оставшиеся же 16% позволяют, кроме применения фильтров, настроить яркость и контрастность изображений.

Среди особенностей «Приложений-симуляторов» выделяются следующие:

- все симуляторы можно скачать бесплатно, то есть доступ к ним открыт;
- 40% приложений имеют количество скачиваний, превышающее 100000, что говорит об актуальности и популярности данного программного обеспечения;
- в данном случае разработчиками приложений чаще выступали самостоятельные разработчики, количество которых равно 80%;
- наличие камеры обязательно для всех приложений, также необходим доступ к памяти для загрузки и сохранения изображений, для 2-ух приложений необходимо наличие подключения к Интернету, для 3-х приложений следует учитывать специальные требования;
- все рассмотренные приложения данной категории ориентированы на помощь в симуляции изображений в соответствии с видением данных изображений людьми с дихромазией.

От общего количества проанализированных приложений «Приложения-тесты» составляют 84%. В качестве особенностей данных мобильных приложений можно выделить: «Приложения-тесты» выявлены как платные, так и бесплатные, хотя платные составили лишь около 7% процентов от общего числа приложений; количество скачиваний приложений часто превышает 1000, 5000, 10000, 50000, 100000 и даже 1000000; разработчики приложений чаще являлись неизвестными, то есть такими, которых не удалось однозначно отнести к категории самостоятельных разработчиков или коммерческих организаций; в отличие от предыдущих категорий приложений, «Приложения-тесты» чаще требовали наличия у пользователя подключения к Интернету и иных дополнительных требований; большая часть тестовых приложений не предоставляет конкретных результатов с описанием вида цветоаномалии, а лишь даёт простой ответ, говорящий или о присутствии проблем с цветовосприятием, или же об отсутствии вышеупомянутых проблем.

Кроме того, проведено сравнение приложений по актуальности обновления и создания. Вследствие чего можно отметить, что в 2021-м году примерно равное количество приложений обновлено в категориях «Приложения-инструменты» и «Приложения-тесты», создано в этом же году 2 приложения в категории «Приложения-инструменты», а также 14 приложений в категории «Приложения-тесты», что составило 26,42% от общего количества всех «Приложений-тестов».

Заключение. Таким образом, все рассмотренные приложения можно разделить на «Приложения-инструменты», «Приложения-симуляторы» и «Приложения-тесты».

Среди особенностей проанализированных приложений выделены следующие: среди рассмотренных приложений много тестов, но сравнительно мало «Приложений-инструментов», хотя реализация последних не менее важна; рассмотренные «Приложения-симуляторы» чаще служили для моделирования изображений окружающего мира в соответствии с восприятием мира пользователями с дихромазией, хотя, например, такой вид аномальной трихромазии, как дейтераномалия, является самым распространённым видом цветовой слепоты, но учитывается в приложениях редко; для тестирования на наличие такого вида цветовой слепоты, как дихромазия, и были созданы «Приложения-тесты», но это не отменяет необходимости выявления и иных форм аномалий цветового зрения, а также их степеней (в случае аномальной трихромазии); большая часть приложений предназначена для их бесплатного использования, что говорит о высоком уровне доступности приложений; количество скачиваний во всех категориях часто превышало 1000 и даже 10000 или 100000, что свидетельствует о наличии интереса со стороны пользователей к подобным приложениям во всех категориях; в качестве разработчиков часто выступали как самостоятельные разработчики, так и коммерческие организации, что позволяет судить о высокой степени релевантности темы разработки приложений для лиц с нарушениями цветового зрения в целом; довольно активное обновление и создание приложений в 2021-м году говорит о желании разработчиков организовать безбарьерный процесс взаимодействия людей, имеющих особенности цветовосприятия, с окружающим миром; необходимость доступа приложений к камере, сети «Интернет» и памяти потенциально может приносить пользователю некоторые неудобства и трудности в определённых ситуациях.

Список литературы

1. Брусенцова, Т. П. Проектирование интерфейсов пользователя : пособие для студентов специальности 1-47 01 02 «Дизайн электронных и веб-изданий» / Т. П. Брусенцова, Т. В. Кишурно. – Минск : БГТУ, 2019. – 52 с.
2. Шиффман, Х. Р. Ощущение и восприятие / Х. Р. Шиффман. – Санкт-Петербург : Питер, 2003. – 222 с.
3. Chararro, A. Applications of Color in Design for Color-Deficient Users / A. Chararro // J. of Ergonomics in Design. – 2017. – № 25(1). – P. 23-30.

UDC 612.845.5: 004.4

ANALYSIS OF THE FUNCTIONAL CAPABILITIES OF MOBILE APPLICATIONS FOR PERSONS WITH COLOR VISION ANOMALIES

Sinitsyna V.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Prudnik A.M. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. The use of mobile applications to create comfortable conditions for the activities of people with certain characteristics is widespread. In this connection, it is possible to single out applications for the category of people with visual impairments such as color vision anomalies. Analysis of mobile applications for people with color vision will help to better understand the relevance of these applications, the features of their use and the need for their further improvements. The implementation of such improvements help people with color vision anomalies in the operation of applications.

Keywords: color blindness, color perception features, mobile applications, download frequency, functional capabilities

УДК 614.8.084

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТНИКОВ ВО ВРЕМЯ МОНТАЖА ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Пискун А.А., Бруховец Г.Е., Супоненко А.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Воробей А.В. – магистр техн. наук, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Работа содержит анализ исследования опасного воздействия линии электропередач на жизнь человека. Рассмотрены опасные факторы в работе под напряжением. Предложенные способы защиты работника-монтажника помогут обезопасить специалиста от высокого напряжения при обрыве ЛЭП и работы с ней.

Ключевые слова: ЛЭП, монтаж, изоляция, безопасность, высокое напряжение

Введение. Линии электропередач (ЛЭП) являются важными и необходимыми составляющими нашей повседневной жизни, так как именно благодаря им, в наших домах, горит свет. Тем не менее, довольно часто на линиях электропередач случаются различного рода аварии или возникают неполадки. В подобных случаях необходимо незамедлительно направить на место группу квалифицированных специалистов, которые уже решат, какие именно усилия придется применять, чтобы устранить неполадку.

Монтажные работы на линиях электропередач являются очень опасной работой благодаря огромному напряжению, которые составляют от 10 кВ и выше. В следствии чего необходимо серьезно подходить к безопасности монтажного работника.

Основная часть. Самыми опасными ЛЭП для человека являются ЛЭП в диапазоне от 10кВ до 35кВ. В случае разрыва, когда провод попадает на землю, по нему протекает электрический ток, при этом начинается процесс плавки всего: горные породы, камни, земля, при этом всем, электрический ток идет по земле довольно длительное время. Однако же, самым страшным для человека является шаговое напряжение, которое лежащий, на произвольной поверхности, провод создает вокруг себя в зоне 8-10 (м) вокруг себя. Так же очевидно, что опасность представляет собой контакт с неисправным проводом фазы и проводом другой фазы, либо проводника [2].

Подготовка для работы с напряжением начинается с ограничения зоны работы. Далее происходит сбор необходимого оборудования и подготовка техники. Одновременно другая группа лиц проводит анализ ситуации. Применяются специальные изолирующие накладки, чтобы не произошло замыкания между человеком и проводом.

Персонал заранее проходит подготовку в специальных учебных центрах, позволяющих развить навыки подъема и монтажа при небольшом напряжении. У специалиста, работающего с устранением неполадки на ЛЭП, изолированно все: одежда, инструменты, опоры [3].

Для обеспечения безопасности специалистов существуют определенные методики работы с ЛЭП. Необходимо заранее отметить зависимость сложности проведения ремонтных работ от погодных условий. Запрещается проводить какие-либо работы при тумане или осадках.

В случае с лежащим на земле проводом, ни в коем случае нельзя к нему приближаться, так как из-за возникшего напряжения даже разность потенциалов между одной и другой ногой может вызвать протекание тока по телу человека. Из этого следует следующее: во время аварии (обрыва провода) работы под напряжением проводить запрещено. При нахождении в зоне шагового напряжения необходимо немедленно увести людей от источника тока соблюдая технику ходьбы, при которой человек обязан касаться одной стопой другую и ни в коем случае не отрывать ноги от земли. Данный способ поможет уровнять потенциалы обеих ног и выйти из зоны шагового напряжения. Оказавшись на безопасном расстоянии необходимо позвонить

в различные службы быстрого реагирования и, по возможности, оставаться на месте, чтобы не допустить других людей на место аварии для возможного роста пострадавших [1].

Работы на высоте при соблюдении базовой техники безопасности проводятся и под напряжением. Квалифицированный специалист, обученный для выполнения работ в чрезвычайных ситуациях, вполне может проводить монтажные работы находясь непосредственно на проводе фазы, ведь не касаясь ничего другого (металлических объектов, других проводов и т.к.) ток через тело не пройдет. Однако, даже так невозможно полностью обеспечить защиту человеческого организма из-за действующих вокруг проводов ЛЭП электромагнитных полей [3].

Принимая во внимание сложность работы с линиями электропередач, стоит обратить внимание на рекомендации по улучшению безопасности специалистов. Главная задача – не дать человеку каким-либо образом замкнуть цепь с фазой и землей. Для избегания подобного рода проблемы рекомендуется изолировать не только место вокруг рабочей области (фазовые провода и металлические части конструкции), но и инструменты, а также одежду, вплоть до наконечников ключей или замков на одежде.

Основной ошибкой является какое-либо перемещение непосредственно под проводами ЛЭП, так как человек условно приближает землю к проводу фазы, в следствии чего появляется возможность возникновения электрической дуги, которая движется от фазы к земле через тело человека.

Одним из вариантов для защиты от этого явления, может послужить полная изоляция поверхности под проводами ЛЭП. Для избегания воздействия на тело человека ЭМП проводов ЛЭП, есть вариант применения экранированной одежды, которая будет иметь возможность отражать большую часть энергии ЭМП.

Заключение. Различные работы с напряжением или под напряжением, являются предельно опасными. Однако, в современной индустрии, невозможно отказаться от подобного рода работ, а также слишком долго откладывать их выполнение для более точного планирования и обеспечения безопасности работников, так как в жилые дома по всему миру поступают невероятное количество энергии необходимой для использования привычных нашему поколению приборов, в независимости от проводимых работ.

Список литературы

1. Мальков, А. Шаговое напряжение. Чем опасно? И как выходить из зоны. / А. Мальков // Энерголикбез [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://youtu.be/kMAHu1smgkM> -Дата доступа: 05.11.2019.
2. Мальков, А. Самые опасные ЛЭП для человека / А. Мальков // Энерголикбез [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <https://youtube.com/shorts/bIWY2v3h5cI?feature=share> -Дата доступа: 13.06.2021.
3. Мальков, А. Кому выгодны работы под высоким напряжением? Как отремонтировать ЛЭП не отключая? / А. Мальков // Энерголикбез [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа : <https://youtu.be/URcavMuxEJQ> -Дата доступа : 30.01.2022.

UDC 614.8.084

ENSURING THE SAFETY OF WORKERS DURING THE INSTALLATION OF POWER LINES

Piskun A.A., Bryukhovets G.E., Suponenko A.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Vorobey A.V. – master of technical sciences, assistant of the department of EPE

Annotation. The work contains an analysis of the study of the dangerous impact of power lines on human life. The dangerous factors in working under voltage are considered. The proposed methods of protecting the installer worker will help to protect the specialist from high voltage when the power line is broken and working with it.

Keywords: Power lines, installation, insulation, safety, high voltage

УДК 621.3.049.77–048.24:537.2

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ СЕРВИСА ДЛЯ ПРОСЛУШИВАНИЯ МУЗЫКИ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ясюк В.Е.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Карпович Е.Б. – магистр техники и технологии, старший преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе представлено веб-приложение сервиса для прослушивания музыки, в частности, функциональные возможности системы. Особенности системы является бесплатный доступ ко всем возможностям сервиса, рекомендательная система подбора аудиозаписей, исходя из музыкальных предпочтений слушателя, и продвижение начинающих музыкантов. Также помимо рекомендательной системы, разработанное веб-приложение позволяет сократить время, затрачиваемое при выборе аудиозаписей, поскольку для прослушивания предоставляются составленные плейлисты.

Ключевые слова: веб-приложение, база данных, кроссплатформенная разработка, музыкальный сервис, рекомендательная система

Введение. На сегодняшний день музыкальные сервисы являются важнейшим средством релаксации, обеспечивающим музыкальными композициями часть людей и представляют услуги, которые не мыслимы без применения веб-приложений. По статистике веб-сайты для прослушивания музыки взяли на себя 36,4 % потребляемой музыки, а это более трети. Этот способ прослушивания музыки обошел не только некогда привычные *CD*, но и *mp3*. Люди по всему миру привыкли к прослушиванию музыки в интернете, поэтому создание сервиса для прослушивания музыки является актуальным.

Целью данной работы является разработка веб-приложения сервиса для прослушивания музыки, которое будет иметь бесплатный функционал, подбор аудиозаписей исходя из музыкальных предпочтений пользователя, а также содержать плейлисты для прослушивания при различных повседневных задачах, например, во время работы или занятий спортом. Рекомендательная система подбора аудиозаписей и составленные плейлисты также помогут начинающим музыкантам продвигать свою музыку, размещенную на данном сервисе. Также стоит отметить возможность загрузки собственной аудиозаписи не только с целью публикации на сервисе, но и для личного прослушивания.

Основная часть. Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- выполнить сравнительный анализ существующих веб-приложений для прослушивания музыки;
- определить список функций необходимый для эффективной работы системы;
- реализовать проектирование системы, включая архитектуру, отвечающую требованиям эффективности, гибкости и масштабируемости системы;
- разработать алгоритмы работы программы;
- выбрать технические средства для разработки программы;
- выполнить технико-экономическое обоснование разработки системы;
- осуществить эргономическое и дизайнерское проектирование приложения;
- разработать веб-приложение с учетом эргономических требований;
- реализовать спроектированную систему;
- протестировать полученное веб-приложение.

Для достижения поставленных задач разработан следующий функционал приложения:

- регистрация и авторизация;
- работа с личным кабинетом;

- прослушивание аудиозаписей;
- добавление и удаление аудиозаписи (работа со своим списком аудиозаписей);
- создание, редактирование и удаление альбомов и плейлистов;
- поиск по аудиозаписям;
- сортировка аудиозаписей;
- оценка аудиозаписей;
- рекомендации аудиозаписей;
- история прослушиваний;
- загрузка аудиозаписи из файловой системы устройства пользователем (размещение аудиозаписи на сервисе, либо для личного прослушивания);
- скачивание аудиозаписей;
- просмотр текста аудиозаписи;
- обращение в службу поддержки;
- удаление аудиозаписей, альбомов и плейлистов администратором;
- изменение прав доступа администратором;
- обработка обращений в службу поддержки администратором.

Деятельность пользователя зависит от выполняемой им в ходе работы в системе роли [1], определяемой посредством выбора типа пользователя: администратор, авторизованный пользователь и неавторизованный пользователь (Гость).

Веб-приложение реализовано на основе архитектурного шаблона *MVC* [2]. На рисунке 1 представлена архитектура данного проекта. Основная цель этого шаблона – изолировать представление информации от взаимодействия с пользователем.

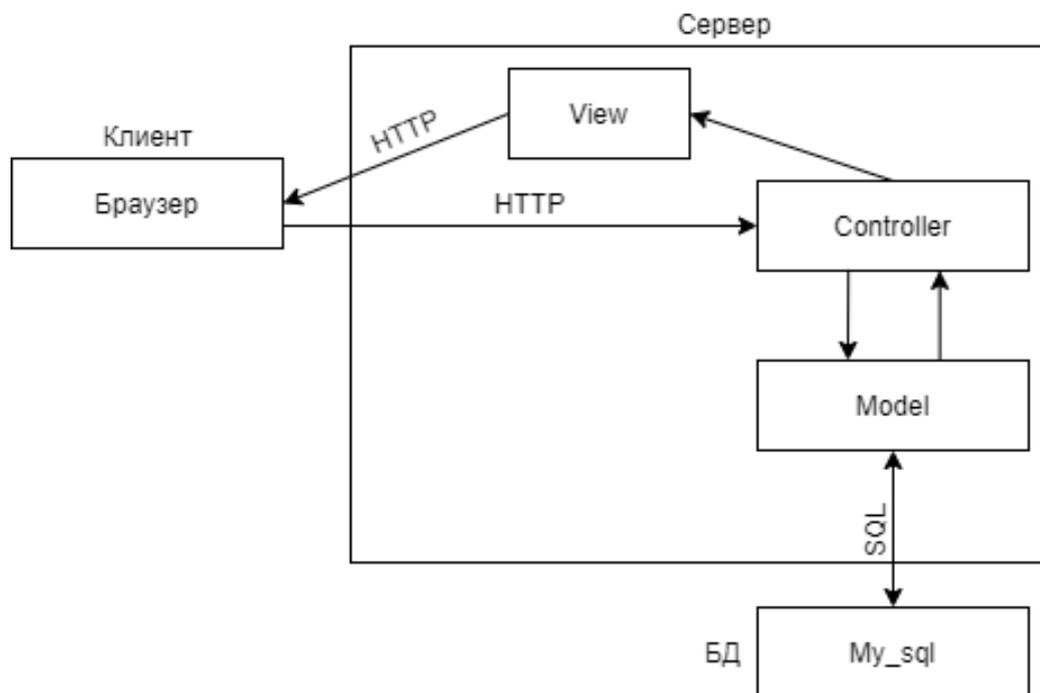


Рисунок 1 – Архитектура «клиент-сервер»

Шаблон *MVC* разделяет код на три отдельные части:

- *model* (модель) – получает данные от контроллера, выполняет необходимые операции и передаёт их в вид;
- *view* (вид) – получает данные от модели и выводит их для пользователя;
- *controller* (контроллер) – обрабатывает действия пользователя, проверяет полученные данные и передаёт их модели.

При реализации приложения использован следующий стек технологий:

- серверная часть приложения была разработана на программной платформе *Node.JS* [3] с использованием фреймворка *Express*;
- для создания клиентской части приложения и, в частности, раздела администратора, была использована библиотека *React* [4];
- для организации хранения данных выбрана реляционная база данных *MongoDB* [5].

Заключение. В процессе разработки приложения проанализированы основные запросы потенциальных пользователей, изучены аналоги разрабатываемого приложения, выполнены этапы эргономического и дизайнерского проектирования и другие задачи, необходимые для реализации системы.

В результате проектирования разработано веб-приложение, что является наиболее оптимальным решением с точки зрения кроссплатформенности.

Веб-приложение реализует функционал сервиса для прослушивания музыки. Его преимуществами являются бесплатный функционал, современный дизайн, отсутствие навязчивой рекламы и подбор аудиозаписей исходя из музыкальных предпочтений пользователя.

Список литературы

1. Шупейко, И.Г. Эргономическое проектирование систем «человек – компьютер – среда». Курсовое проектирование/И.Г. Шупейко. – Минск: БГУИР, 2012. – 92 с.
2. Model-View-Controller [Электронный ресурс]. – MDV – 2017. – Режим доступа: <https://ru.hexlet.io/blog/posts/chto-takoe-mvc-rasskazyvaemprostymi-slovami> – Дата доступа: 25.03.2022.
3. Node [Электронный ресурс]. – NodeJS – 2015. – Режим доступа: https://developer.mozilla.org/ru/docs/Learn/Serverside/Express_Nodejs/Introduction. – Дата доступа: 24.03.2022.
4. Дыцк, В. Стоит ли инвестировать во Flutter. Сравнение Flutter и React Native [Электронный ресурс] / В. Дыцк // Портал сообщества разработчиков. – Режим доступа: <https://dou.ua/lenta/articles/flutter-for-mobile-apps>. – Дата доступа: 28.03.2022.
5. Бэнкер К. MongoDB в действии / К. Бэнкер – М. : ДМК Пресс, 2016. – 221 с.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

WEB APPLICATION OF SERVICE FOR LISTENING TO MUSIC AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Yasnyuk V.E.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Karpovich E.B. – master of engineering and technology, senior lecturer of the department of EPE

Annotation. The paper presents a web application of the service for listening to music, in particular, the functionality of the system. The features of the system are free access to all the features of the service, a recommendation system for selecting audio recordings based on the listener's musical preferences, and the promotion of novice musicians. Also, in addition to the recommendation system, the developed web application allows you to reduce the time spent when choosing audio recordings, since compiled playlists are provided for listening.

Keywords: web application, database, cross-platform development, music service, recommendation system

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ПО УХОДУ ЗА РАСТЕНИЕМ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Яремко Д.Р.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Иванова Е.С. – магистр техн. наук, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Процесс выращивания растений сопровождается необходимостью вести записи наблюдений и измеряемых параметров для достижения наилучших результатов. С каждым годом всё больше задумываются об экологии и необходимости уменьшить потребление бумаги и переносить информацию на электронные носители. Данное веб-приложение призвано облегчить процесс ведения записей.

Ключевые слова: Веб-приложение, *Material UI*, *React js*, выращивание, растения

Введение. Тема актуальна, поскольку сельское хозяйство нуждается в каталогизации и цифровизации своей деятельности. Хранение записей на бумажных носителях имеет множество нюансов и минусов, таких как подверженность окружающим условиям хранения, отсутствие структуризации и т.д. Спроектированный веб-ресурс направлен на решение данных проблем и упрощение ведения журналов выращиваемых растений.

Основная часть. Цель проекта - разработка и эргономическое обеспечение веб-приложения по уходу за растением. Объект разработки - система, позволяющая вести журнал учета параметров растений, среды и окружения, в котором они выращиваются

Веб-ресурс представляет функциональность пользователей и администраторов. Для пользователей предусмотрены такие функции, как регистрация и авторизация в системе, добавление, редактирование и удаление растений, поиск растений по названию, просмотр графиков на основе занесённых данных для соответствующего растения, просмотр данных растения по дате добавления, добавление, редактирование и удаление данных окружения, в которых выращиваются растения. Для администраторов предоставляется функционал управления базой данных пользователей.

Основные задачи разработки были: эргономическое проектирование веб-ресурса, создание пользовательского интерфейса, техническая реализация проекта, разграничение прав доступа пользователей на пользователей, администраторов. При проектировании интерфейса учитывалось его соответствие ряду критериев: минимальное время выполнения задачи пользователем, минимальное число произвольных ошибок пользователя, минимальная неоднозначность в понимании интерфейса, высокая стандартизация интерфейса [1].

Веб-ресурс использует архитектуру взаимодействия клиент-сервер (рис. 2) [2]. Клиентская часть написана на *React*, с использованием компонента *Material UI*. База данных - *MongoDB*, а серверная часть использует фреймворк *Express* для *Node.js*

Разработанный эскиз рабочих окон системы представлен на рисунке.1

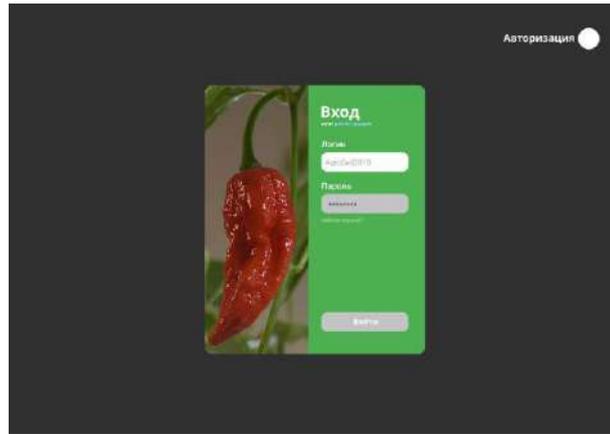


Рисунок 1 – Эскиз экрана авторизации системы



Рисунок 2 – Структурная схема информационной системы

Заключение. В результате проектирования система выполняет следующие задачи: автоматизация сохранения параметров и фотографий в базу данных; разделение доступа в зависимости от роли пользователя; предоставление возможность ведения журнала растений в одном помещении.

Список литературы

1. Шупейко, И.Г. Эргономическое проектирование систем «человек – машина»: пособие /И. Г. Шупейко.– Минск БГУИР, 2017. – 98с.
2. Клиент-сервер. Википедия [Электронный ресурс] – 2009. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B8%D0%B5%D0%BD%D1%82_%E2%80%94%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%B5%D1%80. – Дата доступа: 16.03.2022.

UDC [004.777:581]+331.101.1

WEB APPLICATION FOR PLANT CARE AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Yaremko D.R

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Ivanova E.S. - master of technical sciences, assistant of the department EPE

Annotation. For the best results in growing plants you need to take notes of your observations and measured parameters. Nowadays more and more people think about how to help the ecology, using much less paper and making it more public. This web-application was created for ease of recording process.

Keywords: web application, material ui, react js, cultivation, plants

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА ПО ПРОДАЖЕ ОДЕЖДЫ

Вохидов Ф.Б.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Коркин Л.Р. – магистр техн.наук, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе рассматривается процесс эргономического проектирования веб-приложение, раскрывается актуальность и преимущества разрабатываемой системы

Ключевые слова: веб-сайт, PR-коммуникации, бренд, бренд территории, брендинг

Введение. В настоящее время веб-сайт является основным информационным ресурсом любого предприятия, независимо от профиля его деятельности. Сайт по продаже одежды – это витрина онлайн-ового или традиционного бизнеса.

Его основные функции:

- продажа товаров и услуг;
- обеспечение клиентов информацией о товарах и услугах;
- обеспечение корпоративной информацией о бизнесе;
- привлечение дополнительных клиентов и партнеров;
- установление двусторонней связи с посетителями ресурса.

Основная часть. Первоначально следует разработать структуру сайта: она включает пять основных разделов: главная; категория; корзина; контакты; о нас (рисунок 1).

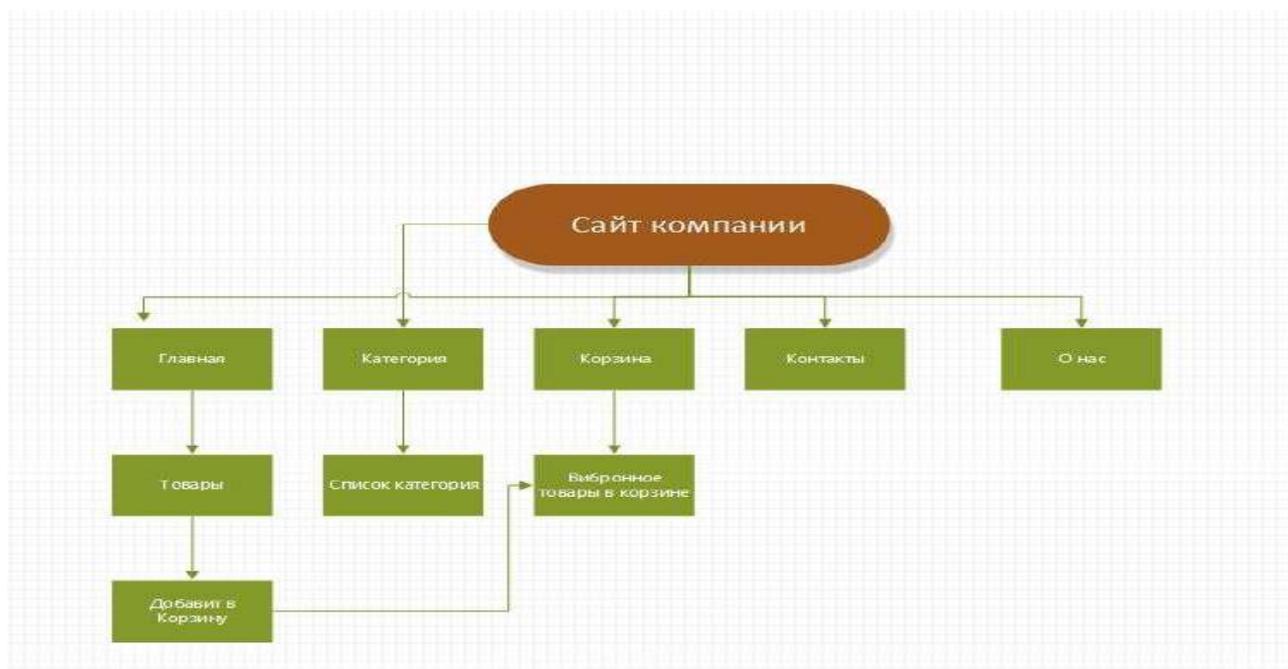


Рисунок 1 – Схема структурная веб-приложения

Основным элементом на главной странице является «Категория и Поиск», с помощью которого возможно найти товар по категории и производить поиск.

Страницы «Корзина» демонстрирует добавленные продукты так же имеет опции для удаления увеличения количества продуктов и переход на страницу оплаты.

Страница «О нас» демонстрирует информацию о приложении и возможность сообщить о проблемах в приложении для своевременного решения проблем.

Для представления внешнего вида описанных выше страниц разберем их структуру и оформление. Главная страница (рисунок 2) позволяет найти интересующий одежды. С поисковой формы можно перейти на страницу с описанием одежды. Внешний вид страницы «Главная» полностью соответствует шаблону, представленному на рисунке 2.

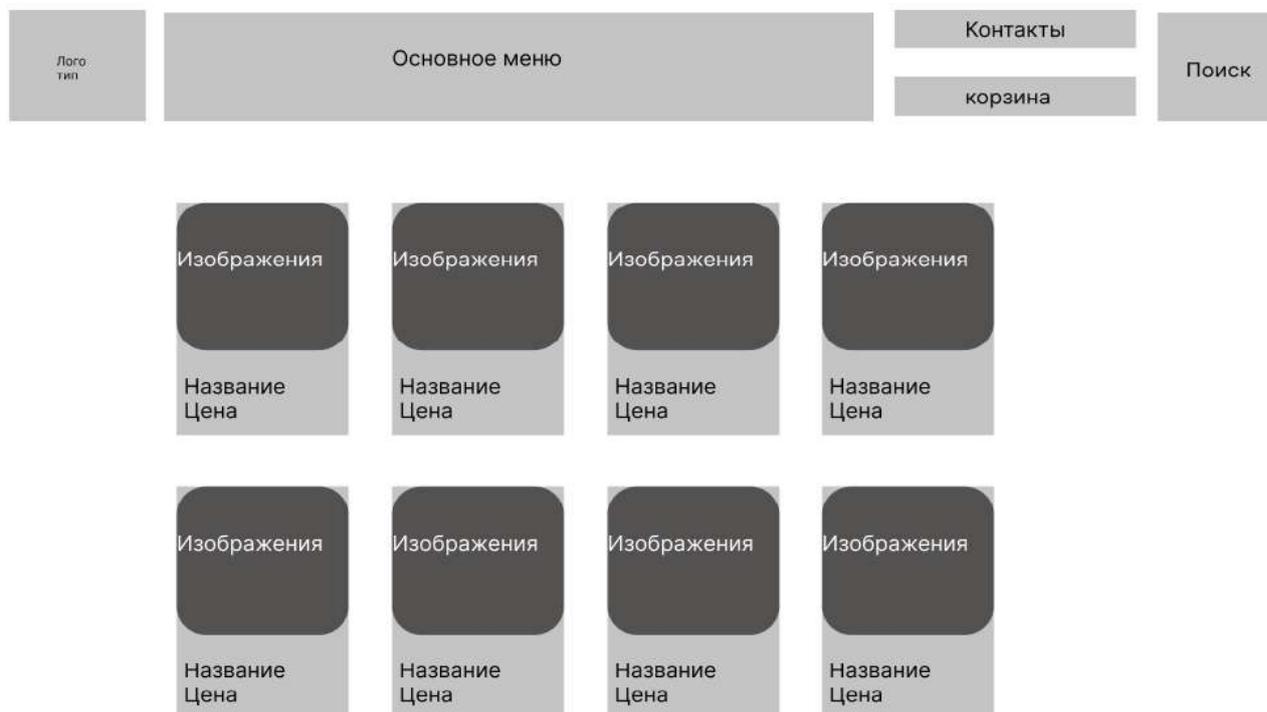


Рисунок 2 – Шаблон главный страницы сайта

Раздел «Описание одежды» (рисунок 3) представляет собой названия цена размеры одежды и можно будет добавить в корзину.



Рисунок 3 – Шаблон страницы «Описание одежды»

Клиенты могут выбрать соответствующие их требованиям продукты (продукцию/товары):

- из списка, который расположен в разделе,
- через поиск одежды на главной странице,
- через раздел «Типы категория».

При просмотре списка появляется возможность добавить в корзину, если нажать на кнопку «Добавить в корзину». После нажатия на данную кнопку появляется окно с обратной

формой связи, где клиент можно заполнить контактные данные о себе и после отправить эти данные менеджеру.

Заключение. К преимуществам использования различных веб-сайтов можно отнести такие качества как:

1. Доступность.
2. Способность вовлекать в коммуникацию неограниченное число пользователей.
3. Интерактивные возможности взаимодействия с целевыми аудиториями, которые кроются в наличии непосредственного контакта между аудиторией и субъектом *PR*, а также обеспечиваются современным уровнем развития интернет-технологий.
4. Ориентация на пользовательские запросы, собираемые как через систему обратной связи, так и посредством использования инструментов интернет-аналитики.

Подводя итог, можно отметить, что использование веб-сайта является действенным коммуникационным инструментом в сфере продвижения не только интернет-магазина одежды, но и продуктов питания или услуг.

Список литературы

1. *HTML и CSS. Разработка и дизайн веб-сайтов / Джон Дакетт : [пер. с англ. М.А. Райтмана]. – М.: Эксмо, – 2020. – 480 с.*
2. *5 проектов Web-сайтов от фотоальбома до магазина / Митчелл С. – М.: ИТ Пресс, – 2013. – 224 с.*

UDC 004.5+379.85+711.56

WEB RESOURCE OF UZBEKISTAN TOURISM

Vokhidov F.B

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Korkin L.R. – master of technical sciences, senior lecture of the department of EPE

Annotation. The paper considers the process of ergonomic design of a web application, reveals the relevance and advantages of the developed system.

Keywords: website, PR communications, brand, territory brand, branding

УДК 621.3.049.77–048.24:537.2

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ НА ПЛАТФОРМЕ QLIK SENSE И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Полулех Р.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Оганезов И.А. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе представлено аналитическое приложение по автоматизации бизнес-процессов организации. Особенности системы является развернутая аналитика бизнес-процессов, удобные редактируемые визуализации, отслеживание движений по всему циклу бизнес-процессов, интерпретация данных из базы в приемлемом виде. Также приложение позволяет создавать собственные отчеты для анализа и визуализации, необходимые для аналитики.

Ключевые слова: веб-приложение, база данных, *qlik sense*, аналитическое приложение, бизнес-процессы

Введение. На сегодняшний день бизнес-аналитика является неотъемлемым фактором ведения успешных бизнес-проектов. Именно с помощью бизнес-аналитики принимаются важнейшие решения по производству решающих шагов для поддержания, развития и укрепления бизнеса. Чтобы провести хорошую аналитику бизнес-процессов необходимо иметь удобный формат данных, с которым можно работать. *Excel* как решение для такой задачи является устаревшим, гораздо удобнее было бы иметь веб-приложение с аналитикой.

Qlik Sense – это программа для анализа данных, заточенная на загрузку данных, их обработку и визуализацию. С помощью программы *Qlik Sense* однажды запрограммировав загрузку данных, настроив отчеты и в дальнейшем каждый день анализировать актуальные данные в программе. Аналитическая система позволяет собрать информацию из разрозненных источников в единую информационную систему, при этом для *Qlik Sense* не нужно специальное хранилище данных.

Целью данной работы является разработка аналитического веб-приложения на вышеописанной платформе *Qlik Sense* по автоматизации бизнес-процессов. В результате разработанного приложения будут собраны данные с различных источников, обработаны, и интерпретированы в виде наглядных визуализаций и анализов, что облегчит бизнес-аналитику пользователям приложения.

Основная часть. Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- выполнить анализ аналогов аналитических приложений и платформ
- определить количество листов визуализации и интерфейса
- реализовать проектирование системы, включая загрузку, переработку и интерпретацию данных в приемлемом виде
- выполнить технико-экономическое обоснование разработки системы;
- осуществить эргономическое и дизайнерское проектирование приложения;
- разработать веб-приложение с учетом эргономических требований;
- реализовать спроектированную систему;
- протестировать полученное аналитическое веб-приложение.

Для достижения поставленных задач разработан следующий функционал приложения: выбор листов анализа; регистрация; авторизация; выбор разрезов для анализа; выбор показателей анализа; выборка разрезов; взаимодействие с управляющими элементами показателей; поиск по показателям; сортировка; создание снимков экрана аналитических листов; создание повествовательных презентаций.

Деятельность пользователя представлена в зависимости от наделенной ему роли, представленного функционала и доступа к листам анализа.

Архитектура *Qlik Sense* – это гибкая и масштабируемая система, которая состоит из одного или нескольких узлов на сайте. Она базируется на новейшей технологии *Qlik Sense* с возможностями корпоративного развертывания. Два других компонента, которые связаны с архитектурными компонентами: хаб *Qlik Sense* и консоль управления *Qlik Sense*. Это – клиенты *Qlik Sense*, которые общаются и взаимодействуют с сайтами.

Хаб *Qlik Sense* – это платформа, на которой пользователь выполняет операции с данными и создает приложения с необходимой визуализацией. Это – место, где пользователи подключаются к программному обеспечению и создают информационные панели для своего бизнес-анализа. Она обеспечивает простую функциональность перетаскивания, ассоциативную модель данных, диапазон визуализации и т. д. Просмотр окончательных информационных панелей будет довольно гибким, поскольку экран и его содержимое автоматически настраиваются в соответствии с размером экрана устройства, такого как ноутбук, настольный компьютер, планшет, мобильный телефон. Хаб разработан с использованием *HTML5*, *CSS3*, *JavaScript* и др. современных инструментов.

Консоль управления *Qlik Sense* позволяет администратору централизованно управлять всеми операциями, выполняемыми в *Qlik Sense*. Консоль управления *Qlik Sense* управляет следующими службами: подключение к данным, управление приложением, управление задачами, управление безопасностью, мониторинг данных, аудиторская проверка.

Заключение. В процессе разработки определены основные запросы потенциальных пользователей, изучены аналоги технологий и инструментов разработки приложений, выполнено эргономическое и дизайнерское проектирование.

Результатом разработки является веб-приложение на платформе *Qlik Sense*, что является наилучшим решением в плане доступности и кроссплатформенности.

Список литературы

1. Шупейко, И.Г. Эргономическое проектирование систем «человек – компьютер – среда». Курсовое проектирование/И.Г. Шупейко. – Минск: БГУИР, 2012. – 92 с.
2. Архитектура *Qlik Sense* – 4 основных компонента [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа <https://biconsult.ru/products/arhitektura-qlik-sense-4-osnovnyh-komponenta> – Дата доступа: 25.03.2022.
3. *Qlik Sense Enterprise on Windows architecture* [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа : https://help.qlik.com/en-US/sense-admin/February2022/Subsystems/DeployAdministerQSE/Content/Sense_DeployAdminister/QSEoW/Deploy_QSEoW/Architecture.htm. – Дата доступа: 24.03.2022.
4. Обучение *QlikView / Qlik Sense* [Электронный ресурс] –2015. – Режим доступа: <https://education.biconsult.ru/news/95/>. – Дата доступа: 28.03.2022.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

QLIK SENSE ANALYTICAL APP AND ITS ERGONOMIC SOFTWARE

Polulekh R.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Oganezov I.A. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. The paper presents an analytical application for automating the organization's business processes. The features of the system are detailed analytics of business processes, convenient editable visualizations, tracking movements throughout the entire cycle of business processes, interpretation of data from the database in an acceptable form. The application also allows you to create your own reports for analysis and visualization, necessary for analytics.

Keywords: web application, database, qlik sense, analytical application, business processes

УДК 004.738.1:004.77

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ И ОБМЕНА ОПЫТОМ JUNIOR-СПЕЦИАЛИСТОВ И ЕГО ИНЖЕНЕРНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Кацан В.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Андриалович И.В. – магистр техники и технологий, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. При изучении рынка образовательных услуг в сфере ИТ было обнаружено, что одним из главных различий между платными и бесплатными курсами является наличие работы в команде с другими участниками проекта, что помогает быстрее развивать навыки и обмениваться опытом разработки. Бесплатно такой опыт можно получить лишь на стажировках при ИТ-компаниях, однако это в большинстве случаев требует серьезной предварительной подготовки. Предложенное приложение поможет начинающим специалистам бесплатно получать опыт работы в команде путем совместной работы на собственных проектах.

Ключевые слова: совместная работа, веб-приложение, обмен опытом, junior-специалисты

Введение. ИТ-технологии пронизывают сегодня практически все сферы жизни, а потребность в новых кадрах растет с каждым годом. В будущем этот тренд будет только усиливаться, и тем, кто хочет успевать за отраслью, надо внимательно быстро обучаться [1].

Высокая скорость развития ИТ-технологий связана и с тем, что в ИТ относительно низкий порог вхождения: любой человек может обучиться основам, овладеть одним из языков программирования и создать нечто революционное – то, что сможет быстро «подхватить» и развить ИТ-сообщество. В других сферах, например, в машиностроении, создать что-то без внушительного практического опыта, скорее всего, не получится.

Для быстрого вхождения в сферу информационных технологий многие выбирают платные образовательные курсы. Большинство из них гарантируют качество обучения, трудоустройство, применение в обучении реально используемых технологий и методологий разработки. Однако, данный вариант подходит не всем, поскольку качественные курсы могут стоить очень дорого.

Существуют так же бесплатные курсы и стажировки от различных компаний, однако практически всегда туда можно попасть лишь имея крепкие знания и опыт в этой области, а также хороший английский. Поэтому, зачастую люди выбирают путь самообучения. Данный вариант бесплатен, однако требует намного больше усилий и стараний, а также не в полной мере покрывает весь опыт и знания, предлагаемые качественными курсами. Так как же начинающему специалисту бесплатно получить опыт работы в команде, опробовать на себе различные методологии разработки, обменяться опытом с другими специалистами данной сферы и опробовать знания на реальном проекте, который будет не стыдно положить в резюме?

Разрешить эти и многие другие сопутствующие вопросы поможет смоделированная в данном курсовом проекте платформа для организации совместной работы и обмена опытом Junior-специалистов

Основная часть. При создании конкурентоспособного продукта, необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать существующие аналоги;
- спроектировать систему, выделив необходимые функции и определив их эргономические свойства;
- разработать систему
- провести тестирование системы.

Блок-схема алгоритма работы пользователей представлена на рисунке 1:

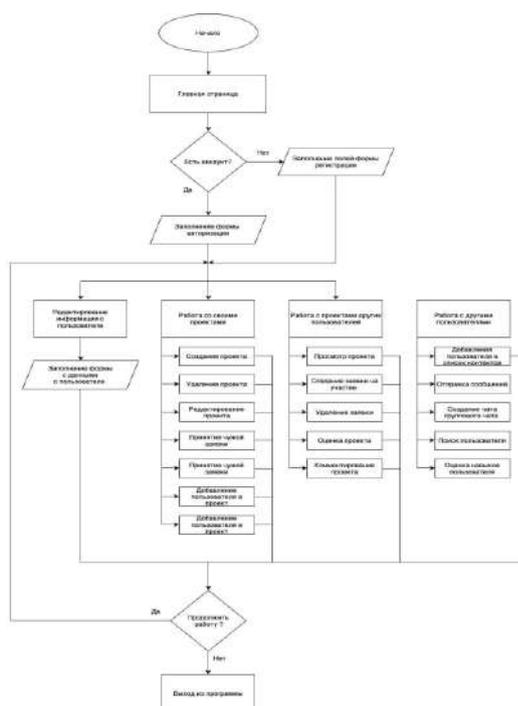


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма работы пользователей веб-приложения для организации совместной работы и обмена опытом *Junior*-специалистов

Разрабатываемая система включает в себя два модуля: модуль «Гость» и модуль «Пользователь». Данные модули обеспечивают различный уровень доступа к приложению и предназначены для выполнения различных функциональных требований. Диаграмма вариантов использования представлена на рисунке 2.

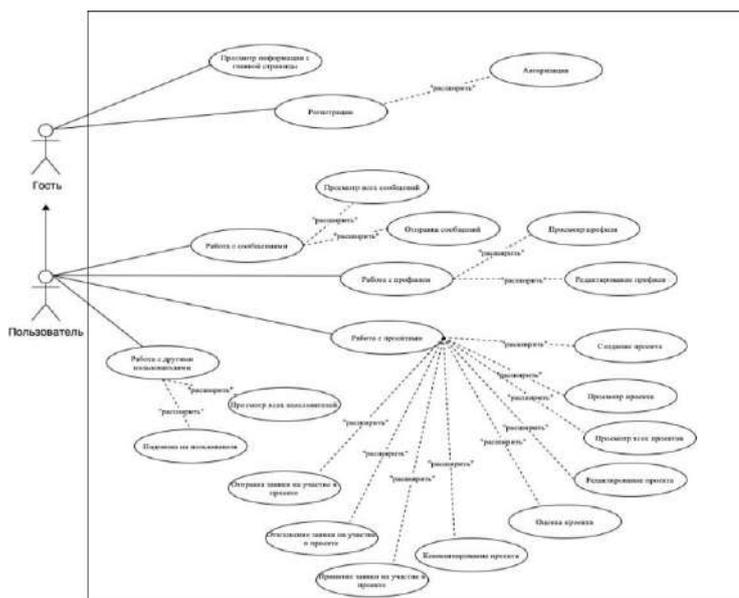


Рисунок 2 – Диаграмма вариантов использования

Разрабатываемая система была разбита на функциональные модули, порядок тестирования которых представлен ниже (таблица 1):

Таблица 1 – Последовательность тестирования ФБ МК

№ тестовой программы	Область тестирования
ТП1	тестирование модуля «Регистрация»
ТП2	тестирование модуля «Авторизация»
ТП3	тестирование модуля «Работа с проектами»
ТП4	тестирование модуля «Работа с пользователями»
ТП5	тестирование модуля «Работа с профилем»
ТП6	тестирование модуля «Работа с сообщениями»

Заключение. В ходе анализа рынка и просмотра существующих аналогов системы было предложено веб-приложение для организации совместной работы и обмена опытом Junior-специалистов. Основной задачей платформы является помощь начинающим специалистам в поиске первых проектов и накоплении опыта командной работы, а также возможность развития какой-либо стартап идеи.

Приложение имеет клиент-серверную SPA-архитектуру[2]. Backend приложения разработан на *Ruby on Rails* – объектно-ориентированном фреймворке для веб-разработки на языке *Ruby*. Frontend приложения разработан на *Angular* – платформе для разработки, написанной на *TypeScript* [3]. Для хранения данных используется *PostgreSQL* – свободная объектно-реляционная система управления базами данных

Список литературы

1. <https://trends.rbc.ru> [Электронный ресурс]. – RBC – 2017. – Режим доступа: <https://trends.rbc.ru/trends/education/5e8ee8969a7947112c075b68> – Дата доступа: 16.03.2022.
2. <https://thecode.media> [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <https://thecode.media/spa/?ysclid=118cwnonel>. – Дата доступа: 16.03.2022.
3. <https://developer.mozilla.org> [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: https://developer.mozilla.org/ru/docs/Learn/Tools_and_testing/Client-side_JavaScript_frameworks/Angular_getting_started. – Дата доступа: 16.03.2022.

UDC 004.738.1:004.77

WEB APPLICATION FOR THE ORGANIZATION OF COLLABORATION AND EXCHANGE OF EXPERIENCE OF JUNIOR SPECIALISTS AND ITS ENGINEERING AND PSYCHOLOGICAL SUPPORT

Katsap V.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Andriylovich I.V. – master of engineering and technology, assistant of the department of EPE

Annotation. When studying the market of educational services in the field of IT, it was found that one of the main differences between paid and free courses is the availability of teamwork with other project participants, which helps to develop skills faster and share development experience. Such experience can be obtained for free only on internships with IT companies, but in most cases this requires serious preliminary training. The proposed application will help novice specialists to gain experience in a team for free by working together on their own projects.

Keywords: collaboration, web application, exchange of experience, junior specialists

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ФИНАНСОВЫХ ОНЛАЙН ОПЕРАЦИЙ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Алиев Д.И.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Булышко О.В. – магистр психол. наук, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе рассматривается процесс эргономического проектирования веб-приложение, раскрывается актуальность и преимущества разрабатываемой системы.

Ключевые слова: веб-приложения, прием финансовых онлайн операций

Введение. Актуальность темы. В данной работе разработать программное средство для приема финансовых онлайн операций. Другими словами – ставки. В наше время ставки на спорт очень популярны. В каждом районе есть один или несколько пунктов, которые принимают ставки на спорт. Также почти у всех известных букмекерских контор есть прием ставок онлайн через официальный сайт. Большой популярностью пользуются официальные приложения на телефон, в которых тоже осуществляется прием ставок на спорт.

В связи с этим в проекте рассмотрены основные проблемы и особенности финансовых онлайн операций в онлайн букмекерских конторах, изучены их основные тенденции развития. Исходя из изучения общих теоретических и методологических подходов финансовых онлайн операций, предложены механизмы повышения эффективности в букмекерских контрактах и разработан прототип букмекерская контора.

Прием ставок через официальные сайты в интернете позволяют значительно расширить аудиторию пользователей. К сожалению, сайты не всех компаний удобны в использовании. А у некоторых компаний их и вовсе нет. Поскольку аудитория «игроков онлайн» достаточно обширна, а ставки на спорт онлайн пользуются большей популярностью, чем в офисе, то данная тема является актуальной

Основная часть. Целью проекта является разработка программного средства «ФоксБет» на базе платформы на *HTML* и *Java*.

Также данную разработку можно будет применить на практике. Данное программное средство можно использовать в коммерческих целях. Как для создания собственного бизнеса, так и продать букмекерской конторе.

Данная работа может послужить для осуществления финансовых операций разработанного программного средства, а также для дальнейших исследований в области разработки программных средств на базе платформы на *HTML* и *Java*.

Исходя, из цели, были поставлены следующие задачи:

- провести анализ современные технологии финансовых онлайн операций;
- проанализировать существующие прототипы и аналоги программного средства;
- обосновать выбранные программные средства для реализации цели проекта;
- провести мероприятия по моделированию и проектированию программного средства «ФоксБет»;
- протестировать разработанную программу;
- разработать методику использования программного средства «ФоксБет»;
- провести расчет оценка эргономичности пользовательского интерфейса АКС

Методы исследования: Методологической основой проекта являются труды отечественных ученых, совокупность общенаучных и специальных методов исследования, среди которых необходимо выделить следующие: методы анализа и синтеза, сравнения, графический метод. Информационной базой исследования являются научные публикации

отечественных и зарубежных ученых, научная информация, имеющая форму непечатных продукции, размещенной во всемирной сети Интернет.

С течением времени в сеть начали переходить онлайн ставки. Это существенно расширило их аудиторию. Если раньше заключение пари и прием ставок ограничивались какой-то небольшой территорией, то теперь появилась возможность привлечь множество пользователей.

С развитием технологий, сайты онлайн ставок стали предлагать своим пользователям множество новых решений, вариантов ставок и разнообразный контент для привлечения новых пользователей, и сохранения текущей аудитории.

В ходе проекта было разработано программное средство «ФоксБет». Программа может использоваться в ОС Windows 7 и старше.

Программа не требует дополнительных настроек, не занимает места на жёстком диске и не требовательна к техническим средствам. Для корректной работы программы необходимо соединение с интернетом и любой браузер.

В результате работы проведен анализ предметной области, рассмотрены существующие букмекерские конторы. В результате сравнительного анализа существующих контор, были выявлены направления улучшения возможностей контор данного типа.

Была разработана структура конторы, выбраны направления, проведены расчеты, подтверждающие соответствие системы требованиям технического задания, ее способность выполнять поставленные задачи.

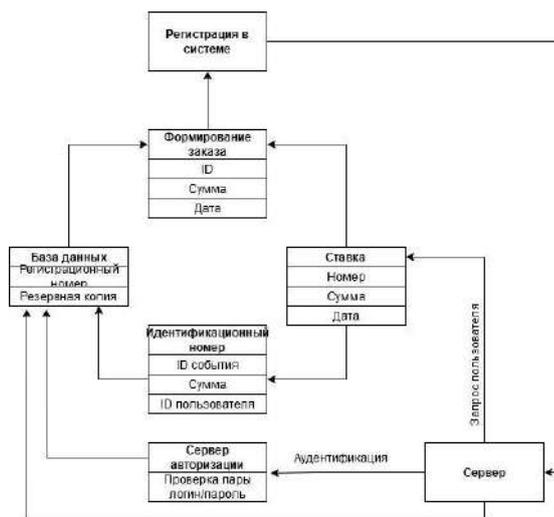


Рисунок 1 – Структура авторизации в системе

Диаграмма вариантов использования

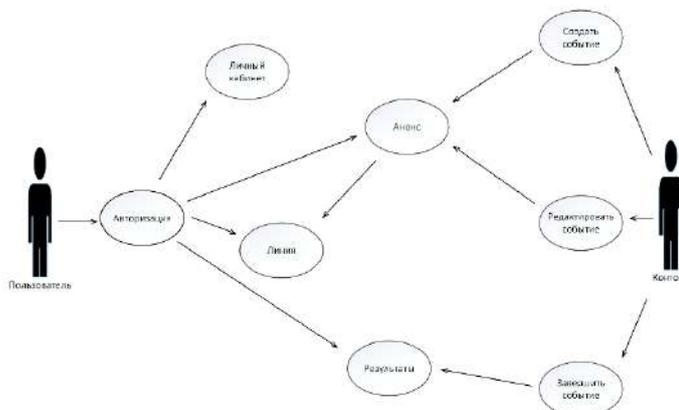


Рисунок 2 – Диаграмма вариантов использования

Заключение. На этапе разработки *Internet*-приложения разработаны алгоритмы, реализующие обработку входных данных, выходных данных, разработана система расчета.

В результате экономического обоснования разработки программного обеспечения были получены следующие показатели эффективности: чистый дисконтированный доход за четыре года составит 4194,71 руб.; инвестиции в разработку программного продукта окупятся на третий год ее продаж; рентабельность инвестиций составляет 163,66 %.

Таким образом, затраты на разработку и внедрение программного средства являются экономически эффективными и их целесообразно осуществлять.

Список литературы

1. Интеграция веб-приложений: эргономические аспекты [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/alee/blog/122617> – Дата доступа: 20.03.2021.
2. Шунейко, И. Г. Теория и практика инженерно-психологического проектирования и экспертизы: [Электронный ресурс]. – 2015 – Режим доступа: <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/1738> – Дата доступа: 20.03.2021.
3. Brad Green, Shyam Seshadri. AngularJS [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <https://www.amazon.com/AngularJS-Brad-Green/dp/1449344852> – Дата доступа: 20.03.2021.
4. Особенности защиты веб-приложений с помощью WAF [Электронный ресурс]. – *Habr* – 2016. – Режим доступа: https://habr.com/ru/company/ru_mts/blog/594005 – Дата доступа: 20.03.2021.
5. Чистая Архитектура для веб-приложений [Электронный ресурс]. – *Habr* – 2016. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/493430/> – Дата доступа: 20.03.2021.

UDC 63.11:61.90.10

WEB APPLICATION FOR AUTOMATION OF VEHICLE RECORDING OF «STATE AUTO INSPECTION»

Aliyev J.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Bulynko O.V. – master of psychological sciences, assistant of the department of EPE

Annotation. The paper discusses the process of ergonomic design of a web application, reveals the relevance and advantages of the developed system.

Keywords: web applications, accepting financial online transactions

УДК 004.738.1:615.874

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ОБУЧАЮЩИХ КУРСОВ ПО НУТРИЦИОЛОГИИ И ДИЕТОЛОГИИ И ЕГО ИНЖЕНЕРНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Богущ А.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Андриалович И.В. – магистр техники и технологий, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. При поиске и анализе существующих приложений в сфере здорового питания было выявлено ряд упущений и несовершенство подачи информации. Предложено веб-приложение, направленное на увеличение структурирования и восприятие информации, позволяющее специалистам в сфере нутрициологии и диетологии делиться накопленным опытом и помогать людям достигать поставленных результатов в желании нормализовать питание.

Ключевые слова: нутрициология и диетология, веб-приложение, здоровье и питание

Введение. Питание современного человека претерпело существенные изменения [1]. Во-первых, изменился темп жизни. На нормальный приём пищи часто не хватает времени. В результате, пищевой рацион строится из перекусов, употребления пищи в перерывах между срочными делами. Во-вторых, появляются новые технологии и новые продукты питания, некоторые из которых просто вредны, другие нежелательны.

На данный момент в Республике Беларусь крайне мало бесплатных курсов по нутрициологии и диетологии. В интернете существует также достаточно много мифов о правильном питании, пользе диет и исключении «вредных» продуктов из рациона. Надежная информация не приведена к структурной и удобной для восприятия форме. К сожалению, самостоятельно добиться результата может быть очень сложно и требует от человека огромной мотивации и силы воли [2].

В данной статье автором показано, что разрабатываемая система позволит человеку осознать важность вопросов питания и собственного здоровья. Она донесет необходимость осознанного употребления пищи и даст инструменты для достижения поставленных целей.

Основная часть. При создании конкурентоспособного продукта, необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать существующие аналоги;
- спроектировать систему, выделив необходимые функции и определив их эргономические свойства;
- разработать систему
- провести тестирование системы.

Информационная структура проектируемой системы представлена на рисунке 1.

Разрабатываемая система включает в себя два модуля, – модуль «Пользователь» и модуль «Специалист» – которые обеспечивают различный уровень доступа к приложению и предназначены для выполнения различных функциональных требований. Диаграмма вариантов использования представлена на рисунке 2.

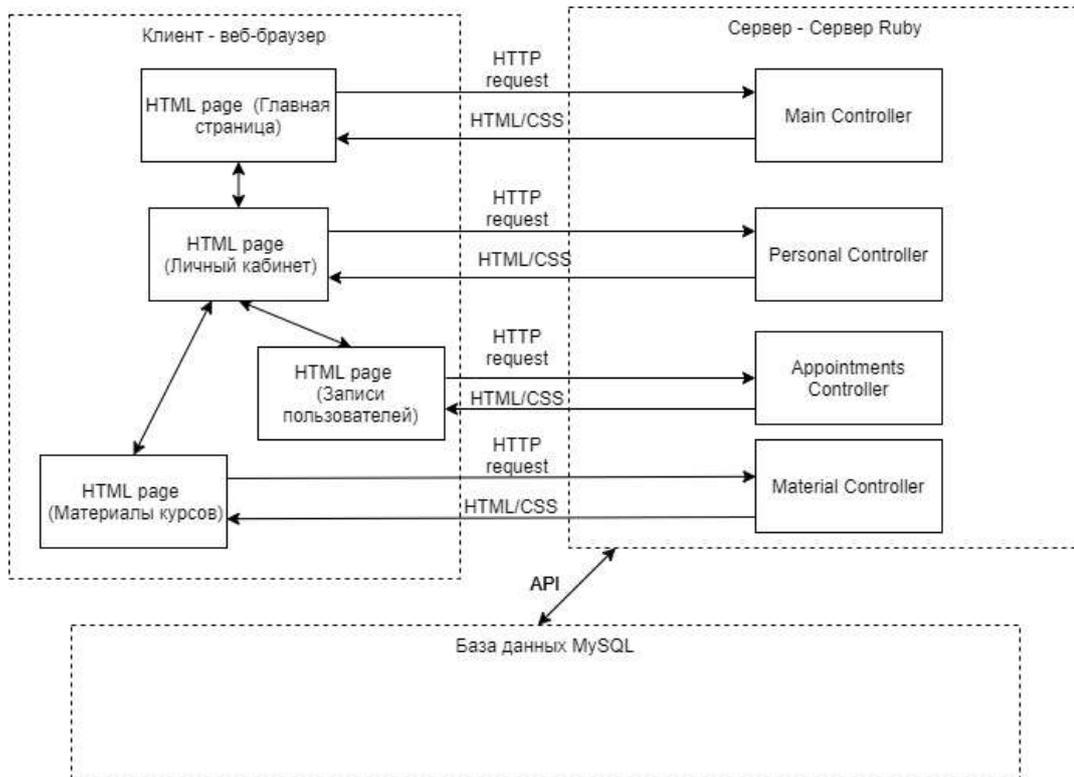


Рисунок 1 – Структура информационной системы веб-приложения образовательных курсов по нутрициологии и диетологии

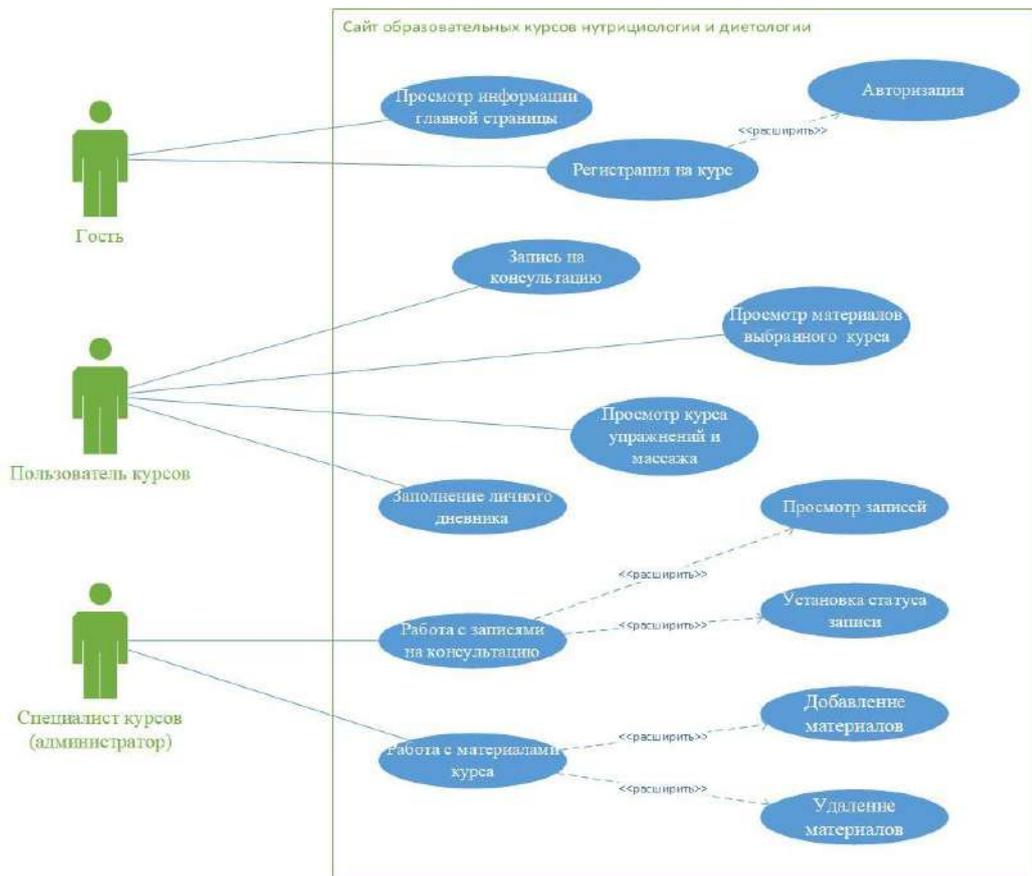


Рисунок 2 – Диаграмма вариантов использования

Разрабатываемая система была разбита на функциональные модули, порядок тестирования которых представлен ниже (таблица 1):

Таблица 1 – Последовательность тестирования ФБ МК

№ тестовой программы	Область тестирования
ТП1	тестирование модуля «Регистрация»
ТП2	тестирование модуля «Авторизация»
ТП3	тестирование модуля «Специалист»
ТП4	тестирование модуля «Пользователь»

Заключение. В ходе анализа рынка и просмотра существующих аналогов системы было предложено веб-приложение образовательных курсов по нутрициологии и диетологии для браузеров *Chrome* и *Firefox* с двумя модулями: модуль пользователя и модуль администратора (специалиста) с поддерживаемой базой данных для хранения необходимой информации.

Для разработки сайта был выбран язык программирования *Ruby* – динамический, рефлексивный, интерпретируемый высокоуровневый язык программирования. А также *Sinatra* – бесплатный и открытый фреймворк, написанный на языке *Ruby*, предназначенный для разработки веб-приложений.

Разработка преимуществ системы перед существующими аналогами, составление функций с определением эргономических свойств и полное тестирование системы позволяет утверждать о высокой конкурентной способности продукта на рынке.

Список литературы

1. Г. Буч, Д. Рамбо, И. Якобсон. Язык UML. Руководство пользователя – *The Unified Modeling Language User Guide*. — 2-е. — М.: ДМК Пресс, 2006. — 496 с. — ISBN 5-94074-334-X
2. Скальный А.В. Нутрициология: основные понятия и термины: терминологический словарь. — ГОУ ОГУ. — Оренбург, 2005. — 49 с.
3. Тель Л.З., Коман И. Э., Абдулдаева А. А., Даленов Е. Д. Нутрициология. Учебник для ВУЗов. — ЛигТерра, 2017. — 544 с. — ISBN 978-5-4235-0255-3.

UDC 004.738.1:615.874

WEB APPLICATION OF EDUCATIONAL COURSES IN NUTRITIONOLOGY AND DIETETICS AND ITS ENGINEERING AND PSYCHOLOGICAL SUPPORT

Bogush A.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Andriylovich I.V. – master of engineering and technology, assistant of the department of EPE

Annotation. During the search and analyze of existing applications in the field of healthy nutrition, a number of omissions and imperfections in the presentation of information were revealed. A web application is proposed aimed at increasing the structuring and perception of information, allowing a specialist in the field of nutrition and dietetics to share their experience and help people achieve their goals in the desire to normalize nutrition.

Keywords: nutritionology and dietetics, web application, health and nutrition

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОБЩЕНИЯ И ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Синица И.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Андриалович И.В. – магистр техники и технологии, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Работа содержит информацию о разработке веб-приложения для общения и обмена информацией между пользователями. Разработанное веб-приложение позволяет пользователям обмениваться между собой информацией с помощью текстовых сообщений и изображений.

Ключевые слова: общение, эргономическое обеспечение, мессенджер, веб-приложение, *JavaScript*

Введение. Разработанный проект представляет собой веб-приложение для общения и обмена информацией. Данное программное средство позволяет пользователям обмениваться текстовыми сообщениями как лично, так и среди определённой группы, а также отправлять различные файлы и изображения.

Основная часть. Разработанное веб-приложение представляет собой мессенджер. Мессенджер (от англ. *messenger* – курьер, посланник) – это программа для мгновенного обмена текстовыми сообщениями, аудиозаписями, фотографиями и другими мультимедиа. Приложения устанавливаются на компьютер, смартфон, планшет и работают через интернет.

Первым мессенджером, доступным для гражданских лиц, стал *Internet Relay Chat*. Его разработал финский программист Яркко Ойкаринен в 1988 году. Программа была популярна в Европе и Северной Америке – в 2009 году на серверах общалось более 500 тыс. пользователей [1].

В ходе развития Интернета появлялись всё новые и новые мессенджеры. На текущий момент наиболее популярными средствами мгновенного обмена сообщениями являются *Telegram*, *WhatsApp*, *Viber* и *Facebook Messenger*.

В отличие от вышеперечисленных программных средств, которые ориентированы на глобальный рынок, данное веб-приложение предназначено для узких корпоративных целей. Основным преимуществом является легкое внедрение в систему организации, что позволяет повысить безопасность и защищенность общения внутри компании, а также простота интеграции с другими программными средствами, используемыми в организации.

Разрабатываемое веб-приложение должно предоставлять пользователю следующие возможности: авторизация и регистрация, отправка личных текстовых сообщений, отправка групповых текстовых сообщений, отправка изображений, создание и управление группами, редактирование списка контактов, редактирование персональных данных.

Макеты страницы авторизации и главной страницы веб-приложения представлены на рисунках 1 и 2 соответственно.



Рисунок 1 – Макет страницы авторизации



Рисунок 2 – Макет главной страницы

Заключение. В итоге разработки программного средства было получено веб-приложение, реализованное на основе архитектурной модели «клиент-сервер» [2] с использованием языка программирования *JavaScript* [3] и фреймворка *React* [4]. Данное веб-приложение, в отличие от других конкурентов, с легкостью устанавливается и настраивается, тем самым позволяя легко интегрировать его в работу системы организации.

Список литературы

1. Мессенджер [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <https://trends.rbc.ru/trends/social/617a68a89a79476935d1f857/>– Дата доступа 25.03.2022
2. Клиент-сервер [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Клиент-сервер/>– Дата доступа 25.03.2022.
3. JavaScript [Электронный ресурс]. – JS – 2013. – Режим доступа: <https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript/>– Дата доступа 25.03.2022.
4. React [Электронный ресурс]. – React – 2016. – Режим доступа: <https://ru.reactjs.org/>– Дата доступа 25.03.2022.

UDC 004.42

WEB-APPLICATION FOR COMMUNICATION AND INFORMATION EXCHANGE AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Sinitsa I.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Andriolovich I.V. – master of engineering and technology, assistant of the department of EPE

Annotation. The work contains the information about the development of web-application for communication and information exchange between the users. The developed web-application allows users to exchange information with each other by means of text messages and images

Keywords: communication, ergonomic support, messenger, web-application, JavaScript

ПРОБЛЕМАТИКА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРАКТИКО - ОРИЕНТИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ

Сасновский А.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Казак Т.В. – д-р психол. наук, профессор, заведующая кафедрой ИПиЭ

Аннотация. В этой статье рассмотрена необходимость психологического обеспечения при проведении практических занятий на технике, приведены задачи обеспечения безопасности военной службы и психологические критерии оценки безопасности

Ключевые слова: психологическое обеспечение, практические занятия, безопасность, психологическое обеспечение

Введение. Обеспечение безопасности является важнейшей жизненной потребностью человека, которая должна выполняться всеми, везде и всегда, так как любая деятельность потенциально опасна.

Основная часть. Проведения практических занятий на технике в ходе обучения курсантов, несомненно, является наиболее эффективным методом проведения занятий. В ходе их курсанты получают навыки и умения непосредственно необходимые для прохождения службы по получаемым специальностям. Изучив теоретические основы предмета результативная практическая, работа утверждает у них собственное достоинство. Однако любое практическое занятие на технике сопряжено с риском, сформированным имеющимися угрозами. В свою очередь угроза является частью риска и становится потенциальной причиной нежелательного инцидента, результатом которого может быть нанесение ущерба. Причинами угроз могут являться особые свойства обучающегося или же особые обстоятельства.

К особым обстоятельствам происшествия относились как внешние, так и внутренние причины: жара и другие погодные факторы, плохое освещение, переутомлённость, плохое отношение к учебе, аффекты, чрезмерное честолюбие, рвение, спешность, заболевание [1]. Предотвращения угроз для обеспечения безопасности жизни человека является важнейшей из задач.

Порядок создания и функционирования системы обеспечения безопасности военной службы, предназначенной для реализации в Вооруженных Силах политики государства в области обеспечения безопасности военнослужащих, резервистов и военнообязанных, находящихся при исполнении обязанностей военной службы определяется «Инструкцией о порядке обеспечения безопасности военной службы в Вооруженных Силах и транспортных войсках» утвержденной приказом Министра обороны Республики Беларусь от 26.11.2015 № 1515. Она определяет основные цели и задачи, порядок создания и функционирования системы обеспечения безопасности военной службы.

Безопасность военной службы – состояние условий военной службы, при котором отсутствуют риски для жизни и здоровья военнослужащих либо они не превышают приемлемого уровня. [2].

Главной задачей системы обеспечения безопасности военной службы является нейтрализация действий негативных факторов, снижающих уровень безопасности военной службы и организация оптимального управления всеми категориями военнослужащих в процессе повседневной деятельности.

К другим задачам относятся: формирование у каждого военнослужащего личной ответственности за строгое соблюдение правил и требований безопасности; выработка у личного состава сознательного отношения к сохранению, как своей жизни, здоровья, так и

жизни, и здоровья окружающих; привитие должностным лицам всех степеней правовой культуры и неукоснительного выполнения действующих правовых норм; формирование у военнослужащих прочных военно-профессиональных и морально-психологических качеств, обеспечивающих максимально безопасную деятельность; привитие всем категориям военнослужащих уважительного отношения к воинским уставам, выработка навыков и умения строго выполнять их требования, воспитание личной дисциплинированности и исполнительности.

Сложившаяся система психологического обеспечения безопасности курсантов учитывает особенности их профессиональной деятельности.

Безопасность службы курсантов зависит от психологической подготовки, направленной на формирование у личного состава мотивации достижения успеха в учебной деятельности, навыков регуляции и саморегуляции психических состояний, а также профилактики переутомления в процессе обучения [3].

Психологическая безопасность службы курсантов является взаимодействием внутренних и внешних условий профессиональной деятельности, выраженном в состоянии личной защищенности физического и психического здоровья от внешних и внутренних опасностей, при комплексном воздействии психогенных факторов в ходе выполнения практических задач на технике. К психологическим критериям оценки безопасности учебной деятельности курсантов эксперты относят: удовлетворенность обучением, установка на безопасное выполнение практических работ, эмоционально-волевая устойчивость, работоспособность, правильное выполнение практических действий, адекватные поведенческие реакции, сплоченности совместимость коллектива (взвода, отделения) [4].

Психологическое обеспечение безопасности деятельности курсантов на практических занятиях стоит рассматривать как согласованную деятельность управления военного факультета, курсовых офицеров, профессорско-преподавательского состава, направленную на выявление и профилактику переутомления личного состава, формирование готовности их к безопасному выполнению практических работ в различных условиях, развитию и повышению устойчивости функционирования психики по противодействию психогенным факторам во всех периодах обучения.

Заключение. Обеспечение безопасности занятий при практико-ориентированном обучении курсантов достигается при выполнении инструкций о порядке обеспечения безопасности проводимых работ и мероприятиями психологического обеспечения безопасности.

Список литературы

1. Котик М.И. Психология и безопасность. Монография по психологии труда, Питер, 2006, - с.207.
2. Приказ Министра обороны Республики Беларусь от 26.11.2015 №1515 «Инструкция о порядке обеспечения безопасности военной службы в Вооруженных Силах и транспортных войсках».
3. Костов А.Н. Психологическое обеспечение безопасности службы моряков-подводников: Дис. кандидат психологических наук М.: ВУ 2003
4. Бархаев Б.П. Психологическая подготовка офицерских кадров // Вопросы психологии. 1997. - № 1. - С. 53-44.

UDK 159.96

SECURITY ISSUES PRACTICE - ORIENTED TRAINING

Sasnovsky A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kazak T.V. – Psy. D., full professor, head of the department of EPE

Annotation. In this article, the need for psychological support during practical training on equipment is considered, the tasks of ensuring the security of military service and psychological criteria for assessing security are given

Keywords: psychological support, practical training, safety, psychological support

МЕТОДЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Листванович А.А., Завадский Е.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Пилиневич Л.П. – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры ИПиЭ

Аннотация. Важной стороной научного метода, его неотъемлемой частью для любой науки, является требование объективности, исключающее субъективное толкование результатов. Не должны приниматься на веру какие-либо утверждения, даже если они исходят от авторитетных учёных. Для обеспечения независимой проверки проводится документирование наблюдений, обеспечивается доступность для других учёных всех исходных данных, методик и результатов исследований.

Ключевые слова: методы, исследования, методология, наука, способ

Введение. На сегодня существуют несколько понятий метода научного исследования, однако они незначительно отличаются друг от друга. В переводе с греческого само слово означает «путь или прослеживание», термин на основе этого и рассматривается как способ познания, который помогает достижению поставленной цели при помощи определенной последовательности действий.

Основная часть. Метод научного исследования – это способ познания объективной действительности. Способ представляет собой определенную последовательность действий, приемов, операций.

В зависимости от содержания изучаемых объектов различают методы естествознания и методы социально-гуманитарного исследования.

Методы исследования классифицируют по отраслям науки: математические, биологические, медицинские, социально-экономические, правовые и т.д.

В зависимости от уровня познания выделяют методы эмпирического, теоретического и метатеоретического уровней [1].

К методам эмпирического уровня относят: наблюдение, описание, сравнение, счет, измерение, анкетный опрос, собеседование, эксперимент и т.д.

Рассмотрим подробнее каждый из них.

Наблюдение – это целенаправленный процесс восприятия предметов действительности, результаты которого фиксируются в описании. Для получения значимых результатов необходимо многократное наблюдение [2].

Описание – это фиксация средствами естественного или искусственного языка сведений об объектах, данных в наблюдении. С помощью описания чувственная информация переводится на язык понятий, знаков, схем и цифр, принимая тем самым форму, удобную для дальнейшей рациональной обработки (систематизации, классификации и обобщения). Если при описании используется естественный язык, то оно выступает в форме обычного повествования [3].

Сравнение – метод исследования, в результате которого удается установить общие черты или различия с другим явлением или предметом. Сравняться должны существенные признаки, которые помогут ответить на основные вопросы познавательной задачи. Выявление общего, присущего двум объектам, есть путь к познанию закономерностей.

Счет – это определение количественных соотношений объектов исследования или параметров, характеризующих их свойства. Количественный метод широко применяется в экономической статистике, для изучения результатов деятельности отдельных организаций и экономических систем.

Измерение – процедура, которая проводится с целью получения конкретной величины при помощи общепринятых единиц измерения. Данный метод познания дает точные цифры,

которые позволяют получить сведения об изучаемом объекте. На эффективность измерений влияет используемое измерительное оборудование [4].

Анкетный опрос – это метод получения информации, суть которого заключается в том, что респонденту задают специальные вопросы, ответы на которые позволяют исследователю получить необходимые сведения в зависимости от задач исследования.

Собеседование – вербально-коммуникативный метод, заключающийся в ведении тематически направленного диалога между исследователем и респондентом с целью получения сведений от последнего.

Эксперимент – метод, который предполагает систематическое изучение объекта в определенных условиях. Эксперимент позволяет изучать явление в экстремальных или изолированных от окружающей среды условиях. Ученый всегда может вмешаться в процесс, менять ход явления.

К методам теоретического уровня причисляют: аксиоматический, гипотетический (гипотетико-дедуктивный), формализацию, абстрагирование, общелогические методы (анализ, синтез, индукцию, дедукцию, аналогию) и др.

Методами метатеоретического уровня являются диалектический, метафизический, герменевтический и др. Некоторые ученые к этому уровню относят метод системного анализа, а другие его включают в число общелогических методов.

В зависимости от сферы применения и степени общности различают методы: всеобщие (философские), действующие во всех науках и на всех этапах познания, общенаучные, которые могут применяться в гуманитарных, естественных и технических науках, частные – для родственных наук, специальные – для конкретной науки, области научного познания.

От рассматриваемого понятия метода следует ограничивать понятия техники, процедуры и методики научного исследования.

Заключение. Таким образом, нами были рассмотрены основные методы научного исследования. В заключении хочется сказать, что перед выполнением исследовательской работы, главное – выбрать самый подходящий метод исследования.

Список литературы

1. Краевский В.В., Полонский В.М. *Методология для педагога: теория и практика.* – Волгоград: Перемена, 2006. – 130с.
2. Саврушева М.И. *Философия науки и техники: учебное пособие для магистрантов /М.И. Саврушева.* – Омск, 2013. – 120с.
3. *Гуманитарный портал [Электронный ресурс] / Центр гуманитарных технологий – Москва, 2002. – Режим доступа: <https://gtmarket.ru/concepts/6874> – Дата доступа: 26.03.2022.*
4. *Научное издательство «СибАК» [Электронный ресурс] / Научное издательство «СибАК» – Новосибирск, 2019. – Режим доступа: <https://sibac.info/> – Дата доступа: 26.03.2022.*

UDC 001.891

METHODS OF SCIENTIFIC RESEARCHES

Listvanovich A.A., Zavadskij E.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Pilinevich L.P. – Dr. Tech. Sc., full professor, professor of the department of EPE

Annotation. An important aspect of the scientific method, its integral part for any science, is the requirement of objectivity, which excludes subjective interpretation of the results. Any statements should not be taken on faith, even if they come from reputable scientists. To ensure independent verification, observations are documented, and all source data, methods and research results are made available to other scientists.

Keywords: methods, research, methodology, science

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПРЕВАЛИРУЮЩЕГО МЕХАНИЗМА ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ТИПА ТЕМПЕРАМЕНТА

Косарева Е.М., Сарока Е.И.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: Карпович Е.Б. – магистр техники и технологии, старший преподаватель
кафедры ИПиЭ*

Аннотация. Рассмотрен вопрос наличия зависимости между превалирующим типом механизма психологической защиты и типом темперамента индивида, а также вопрос о характере данной зависимости при наличии факта выявления последней. В работе представлен теоретический обзор по проблеме исследования, а также представлены результаты проведенного исследования. Для сбора данных был применен метод опроса, обработка результатов производилась при помощи углового преобразования Фишера. По результатам анализа полученных данных был сделан вывод о наличии зависимости между превалирующим механизмом психологической защиты и типом темперамента индивида.

Ключевые слова: превалирующий механизм психологической защиты, тип темперамента

Введение. Целью исследования является выявление наличия или отсутствия закономерности между темпераментами и преобладающими механизмами защиты психики индивида. Была выдвинута гипотеза о наличии соответствующей зависимости. Темперамент - набор врожденных характеристик, определяющих способ функционирования нервной системы индивида. Данные характеристики обладают относительным постоянством в течение всего времени жизни [3].

Основная часть. Превалирующий механизм психологической защиты (МПЗ) – неосознаваемый психический процесс, обеспечивающий минимизацию негативного влияния травмирующих событий на психику индивида [3]. В данном исследовании была использована следующая классификация МПЗ: отрицание, вытеснение, регрессия, компенсация, проекция, замещение, интеллектуализация, гиперкомпенсация [1].

В работе выполнен теоретический обзор научной литературы по данной теме:

– темперамент и механизмы психологической защиты как компоненты системы адаптации личности (С.В. Феоктистова, И.В. Григорьева и др.) [2];

– взаимосвязь между шкалами темперамента и механизмами психологической защиты (Гладышев Ю.В.) [4];

– взаимосвязь свойств темперамента и механизмов психической защиты (Агарков В.А., Бронфман С.А и др.) [5].

Результаты данных исследований говорят о наличии определенного характера зависимостей между МПЗ и типом темперамента индивида.

Заключение. При проведении исследования был применен метод опроса для сбора данных, выборка составила 70 человек в возрасте от 18 до 40 лет, как мужского, так и женского пола. В качестве диагностического материала применялись опросник Айзенга и опросник Плутчика Келлермана Конте. Обработка и анализ результатов проводился при помощи углового преобразования Фишера [6, 7].

В ходе исследования были получены следующие результаты: преобладающим механизмом психологической защиты стала интеллектуализация. Так, у флегматиков и сангвиников преобладающим механизмом защиты является интеллектуализация (41%), у меланхоликов – проекция (46%), у холериков - компенсация (24%) и проекция (23%). При помощи критерия Фишера была доказана достоверность различий процентных долей методов

МПЗ в группах с разными темпераментами из чего был сделан вывод о наличии закономерности между темпераментом и преобладающим МПЗ индивида.

В заключение следует отметить, что при прочих равных, если сделать ряд допущений, то можно говорить о наличии зависимости между преобладающим МПЗ и темпераментом индивида, однако, для того, чтобы сказать о репрезентативности выборки (распространении сделанных выводов на генеральную совокупность), необходим ряд дополнительных изысканий.

Список литературы

1. *brainmod.ru* [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <https://brainmod.ru/tests/manual/psychological-defense>, свободный – Дата доступа: 10.10.2021
2. Темперамент и механизмы психологической защиты как компоненты системы адаптации личности / С.В. Феоктистова, И.В. Григорьева // Вестник ТвГУ. Серия "Педагогика и психология". - 2017. - Выпуск 3. - С. 174-178
3. *rkcentr31.ru* [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа : <http://rkcentr31.ru/psychologist/temperament/>, свободный – Дата доступа: 08.10.2021
4. Взаимосвязь между шкалами темперамента и механизмами психологической защиты у студенток НГУЭУ / Ю.В. Гладышев // Сибирский педагогический журнал. - 2016. - №2. - С.100-105.
5. Взаимосвязь свойств темперамента и механизмов психической защиты / Агарков В.А., Бронфман С.А. // Журнал практической психологии и психоанализа, Институт практической психологии и психоанализа. - 2009. - №. 4. - С. 164-184.
6. Прикладная математическая статистика / О.Г. Берестнева, О.В. Марухина, Г.В. Шевелев // Учебное пособие – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 188 с.
7. Математические методы в психологии. / М.В. Погребицкая // Учебно-методическое пособие. – Петропавловск, СКГУ - 2004. - С. 228

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

STUDY OF DEPENDENCE OF THE PREVAILING MPD ON THE TYPE OF TEMPERAMENT OF THE INDIVIDUAL

Kosareva E.M., Saroka E.I.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Karpovich E.B. – master of engineering and technology, senior lecturer of the department of EPE

Annotation. In this scientific work, the question of the existence of a relation between the prevailing type of psychological defense mechanism and the type of temperament of an individual is considered, as well as the question of the nature of this dependence in the presence of the fact of the identification of the latter. The work provides a theoretical basis for the study, and also provides a rationale for the selected topic in terms of relevance. The survey method was used to collect the data, and the results were processed using Fisher's angular transformation. Based on the results of the analysis of the data obtained, it was concluded that there is a relationship between the prevailing psychological defense mechanism and the type of an individual's temperament, expressed to one degree or another.

Keywords: psychological defense mechanism, temperament, Plutchik Kellerman Conte questionnaire, Iseng's questionnaire

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕФОРМАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ СФЕРЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЕЕ ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Данилишина А.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Пашиковская Ю.Д. – магистр техн. наук, старший преподаватель кафедры ИПиЭ,

Аннотация. Объектом исследования выступают работники сферы информационных технологий. Предметом исследования является профессиональная деформация среди работников сферы информационных технологий. Было рассмотрено понятие “Профессиональная деформация”, а также описаны различия между профессиональной и эмоциональной деформациями. Была описана и обоснована выбранная методика для оценки психического состояния работника, на базе которой была разработана автоматизированная система, а также были описаны причины возникновения профессионального выгорания у работников сферы информационных технологий.

Ключевые слова: профессиональная деформация, автоматизированная система, психология, профессиональное выгорание

Введение. Вопрос о профессиональной деформации личности является очень важным в наше время. Его актуальность объясняется, во-первых, тем, что профессиональная деятельность является одной из ведущих практически для каждого человека, и естественно, накладывает свой отпечаток на его личность. Второй аспект актуальности данной проблемы - недостаточное количество исследований по данному важному вопросу. В феномене профессиональной деформации находит свое отражение фундаментальный принцип психологии - принцип неразрывного единства сознания, личности, деятельности. Именно социальная деятельность человека есть стержневая характеристика личности. Трудовая деятельность, формирует личность и накладывает свой отпечаток на многие ее особенности [1].

Профессиональная деформация (от лат. *deformatio* — «искажение») — когнитивное искажение, психологическая дезориентация личности, формирующаяся из-за постоянного давления внешних и внутренних факторов профессиональной деятельности и приводящая к формированию специфически-профессионального типа личности.

При рассмотрении профессиональных деформаций следует исходить из понимания того, что профессионал – это человек в целом. Соответственно, деформирующим изменениям в процессе длительного выполнения профессиональной деятельности могут подвергаться все его уровни (индивида, личности, субъекта деятельности и индивидуальности). Проявляться эти деструктивные изменения будут в профессиональной деятельности, профессиональном поведении (при вхождении и выходе из профессиональной деятельности), а также в профессиональном и непрофессиональном общении [2].

Однако стоит отметить, что некоторые исследователи принципиально разделяют понятия «эмоциональное выгорание» и «профессиональное выгорание», например, Е. Эделевич и А. Бродский считают, что профессиональное выгорание является более узконаправленным термином эмоционального выгорания, они сделали вывод о том, что именно эмоциональное выгорание служит «толчком» для профессионального выгорания. Концепция «поэтапного прогрессирующего разочарования» Е. Эделевича и А. Бродского дает основание полагать, что профессиональное выгорание наступает вследствие многих факторов эмоционального выгорания, например, фрустрации идеалистических ожиданий из-за повседневной реальности или оценки деятельности и условий труда.

Исследователи выделяют следующие этапы выгорания: энтузиазма, стагнации, фрустрации и апатии. На этапе фрустрации, когда человек чувствует себя беспомощно из-за того, что не может с первой попытки выполнить поставленные задачи, формируется состояние беспомощности, что влечет за собой нежелание продолжать работу, возникает чувство профессиональной апатии [3].

Согласно научной литературе, предпосылкам выгорания у работников сферы информационных технологий, с одной стороны, выступают определенные условия, как социально-психологические, так и организационные, приводящие к неудовлетворенности и ощущению безысходности, с другой стороны, особенности самой профессиональной деятельности, приводящие к психоэмоциональному напряжению (К. Дементьева, А. Савельева, Л. Александр, Н. Макаллистер).

Исследование, направленное на соотнесение предпосылок эмоционального выгорания у работников сферы информационных технологий с нематериальными мотивационными факторами, продемонстрировало, что эмоциональное выгорание связано с нереализованностью в профессиональной деятельности значимых мотивов, определяющих творческую направленность, стремление к самореализации, эмоциональное удовлетворение от работы (А.А. Долныкова, Ф. Брукс и др.) [6].

Кроме того, эмпирически было доказано, что эмоциональное выгорание связано со снижением показателей творческой активности, следовательно, можно сделать вывод о взаимовлиянии отношения к профессиональной деятельности и выгорания [7].

Основная часть. Эмпирическое исследование особенностей эмоционального выгорания у специалистов сферы информационных технологий с разными ценностно-смысловыми ориентациями было проведено в период с февраля по март 2022 года в городе Минск на базе ООО «Eram Systems». В исследовании приняли участие программисты в возрасте от 23 до 40 лет с разным профессиональным стажем (от 4 до 20 лет).

Испытуемые были ознакомлены с целью проводимого исследования и правилами конфиденциальности персональных данных. Диагностика проводилась дистанционно в индивидуальной форме в несколько этапов и в разные дни. Бланки с методиками были представлены в виде автоматизированной системы, в которую испытуемым необходимо было указать некоторые сведения, а именно: ФИО, возраст, профессиональный стаж, гендер и семейное положение. Данная система позволяет пройти несколько методик и в конце получить полный отчет с результатами и выводами. Также дополнительно пользователь может ознакомиться с методами по нормализации психического и эмоционального состояния.

В соответствии с задачами эмпирического исследования нами были отобраны методики, позволяющие определить уровень и особенности синдрома эмоционального выгорания.

Для проверки гипотезы была выбрана методика «Диагностика уровня эмоционального выгорания» В. В. Бойко. Опросник был разработан отечественным психологом В. В. Бойко в 1996 г. Автор предложил классифицировать синдром эмоционального выгорания по стадиям общего адаптационного синдрома, сформулированным Г. Селье, в соответствии с этим было выделено три стадии эмоционального выгорания, причем каждая из них характеризуется 4 специфическими симптомами [4]. Данный опросник представлен в виде 84 вопросов и ключа к нему с компонентами: напряжение, резистенция, истощение.

Данная автоматизированная система имеет следующую структурную схему:



Рисунок 1 – Структурная схема информационной системы

Основными задачами для достижения поставленных целей являются: эргономическое проектирование автоматизированной системы, создание пользовательского интерфейса, техническая реализация проекта, разграничение прав доступа пользователей на пользователей, администраторов. При проектировании интерфейса учитывается его соответствие ряду критериев: минимальное время выполнения задачи пользователем, минимальное число произвольных ошибок пользователя, минимальная неоднозначность в понимании интерфейса, высокая стандартизация интерфейса [5].



Рисунок 2 – Алгоритм работы информационной системы

Заключение. Для эмпирического исследования связи между профессиональной деятельностью и профессионального выгорания была разработана автоматизированная система, позволяющая без участия сторонних лиц исследовать профессиональную деформацию (а конкретно профессиональное выгорание) среди работников сферы информационных технологий. Данная автоматизированная система позволяет оценить психическое и эмоциональное состояние работника и получить готовый отчет, в котором пользователь может еще раз просмотреть свои ответы и получить оценку своего состояния.

Список литературы

1. *Общее представление о профессиональной деформации личности.* Nsportal. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://nsportal.ru/nachalnaya-shkola/raznoe/2016/04/03/grofessionalnfz-deformatsiz-lichnosti-uchitelya>
2. *Профессиональная деформация.* Википедия. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%84%D0%B5%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B4%D0%B5%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F%D0%9F%D1%81%D0%B8%D1%85%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D0%BC%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D1%8B_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%84%D0%B5%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D1%85_%D0%B4%D0%B5%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B9
3. Edelwich, E. *Stages of Disillusionment in the Helping Professions* / E. Edelwich, A. Brodsky. – N.Y., 1980. – 453 p.
4. Бойко, В.В. *Синдром «эмоционального выгорания» в профессиональном общении* / В.В. Бойко. – СПб.: Питер, 2000. – 105 с.
5. Шупейко, И.Г. *Эргономическое проектирование систем «человек – машина»: пособие* / И. Г. Шупейко. – Минск БГУИР, 2017.
6. Брукс, Ф. *Проектирование процесса проектирования: записки компьютерного эксперта* / Ф. Брукс. – М.: Вильямс, 2012. – 464 с.
7. Рудницкий, В.А. *Эмоциональное выгорание как фактор снижения творческой активности в деятельности инженеров-программистов компаний ИТ* / В.А. Рудницкий, Е.И. Бараева, Т.Ю. Шлыкова, Е.А. Демьянчик // *Исторические и психолого-педагогические науки: сб. науч. статей.* – 2015. – Выпуск 15. – С. 183-192.

UDC 303.4.025:159.942.5

AUTOMATED SYSTEM FOR ASSESSING THE PROFESSIONAL DEFORMATION OF INFORMATION TECHNOLOGY SPECIALISTS AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Danilishyna H.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Pashkovskaya Y.D. – master of technical sciences, senior lecturer of the department of EPE

Annotation. The impact of the working environment on the psychological and emotional state of an information technology specialist has been experimentally investigated. An automated system was developed to assess the professional deformation of specialists, namely professional burnout, and measures were proposed to reduce the negative impact on the employee.

Keywords: professional deformation, automated system, psychology, professional burnout

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНФОРМИЗМА В УСЛОВИЯХ ДИСТАНЦИОННОЙ КОММУНИКАЦИИ

Гатальская А.Д., Неверова А.П., Сурба А.В., Ромашко И.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Яцкевич А.Ю. – старший преподаватель ИПиЭ

Аннотация. В данной работе исследуется конформизм в условиях дистанционной коммуникации. Исследование проведено с целью определения подверженности конформизму в условиях дистанционного общения. Полученные результаты позволили определить подверженность конформизму в условиях дистанционной коммуникации.

Ключевые слова: Конформизм, дистанционная коммуникация

Введение. Человек – это сложная система, изучение которой всегда актуально. В разные периоды времени изучением поведения человека занимались разные ученые в разных направлениях психологии. В середине 1950-х годов Соломон Аш занимался исследованием конформизма. Он пытался установить, насколько стремление к адаптации изменяет поведение человека [1].

В настоящее время человек всё ещё является интересным объектом для наблюдения и исследования. Задачей данной работы являлось определить, возникает ли явление конформизма в условиях дистанционной коммуникации.

В данной статье описывается ряд экспериментов, направленных на изучение появления конформизма в условиях отсутствия непосредственного взаимодействия группы людей.

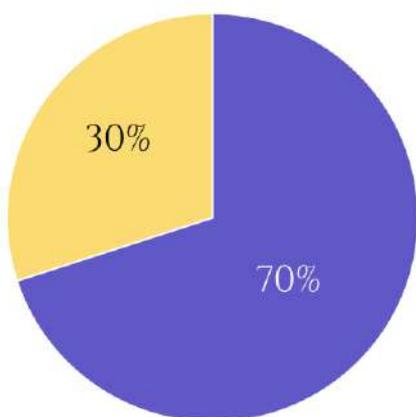
Основная часть. В ходе исследования было проведено 20 опытов, каждый из которых включал 4 эксперимента. Для проведения опытов онлайн были использованы возможности программы «Zoom». В опыте участвовало 27 человек: 20 испытуемых и 7 подставных человек, задача которых заключалась в предоставлении неправильных ответов.

Первый эксперимент являлся подобием эксперимента, проводимым Соломоном Ашем. Испытуемым предъявлялась линия. Спустя некоторое время предъявлялись 3 линии, одна из которых соответствовала первой линии. Испытуемые должны были определить, какая из них является «эталонной».

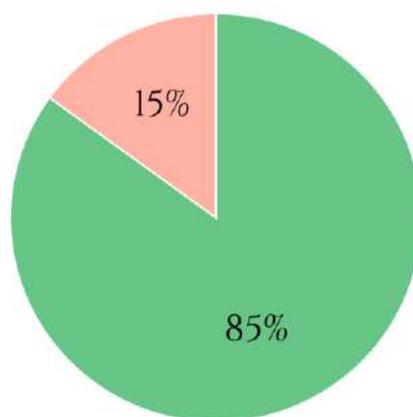
Второй эксперимент заключался в том, что испытуемым предъявлялись 2 фигуры: звезда и круг. Им было необходимо определить, площадь какой фигуры является большей. В ходе третьего эксперимента испытуемым предлагалось решить математическую задачу.

Четвертый эксперимент заключался в том, что испытуемые после предъявления ряда, состоящего из 3 геометрических фигур, должны были найти данный ряд среди трёх других, представленных после «эталонного» ряда.

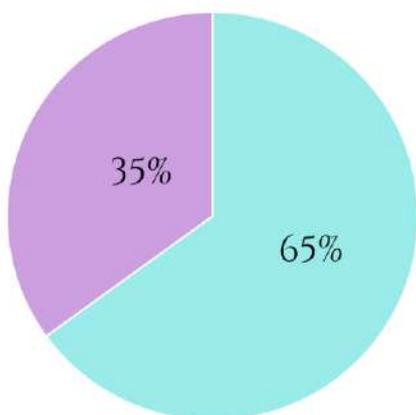
По итогам исследования мы получили результаты, где на вопрос первого эксперимента 14 из 20 испытуемых дали неправильный ответ, на вопрос из второго – 3 из 20, на вопрос из третьего – 13 из 20, на вопрос из четвертого – 9 из 20 (рисунок 1 и 2).



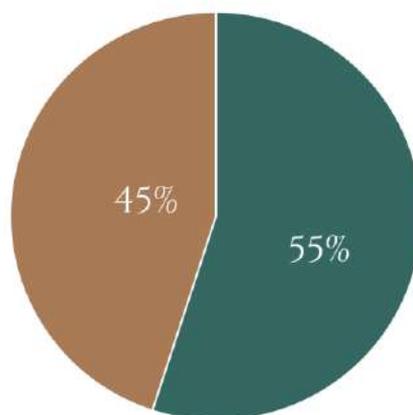
■ дали неправильный ответ
■ дали правильный ответ



■ дали правильный ответ
■ дали неправильный ответ



■ дали неправильный ответ
■ дали правильный ответ



■ дали правильный ответ
■ дали неправильный ответ

Рисунок 1 – Результаты ответов испытуемых на вопросы экспериментов

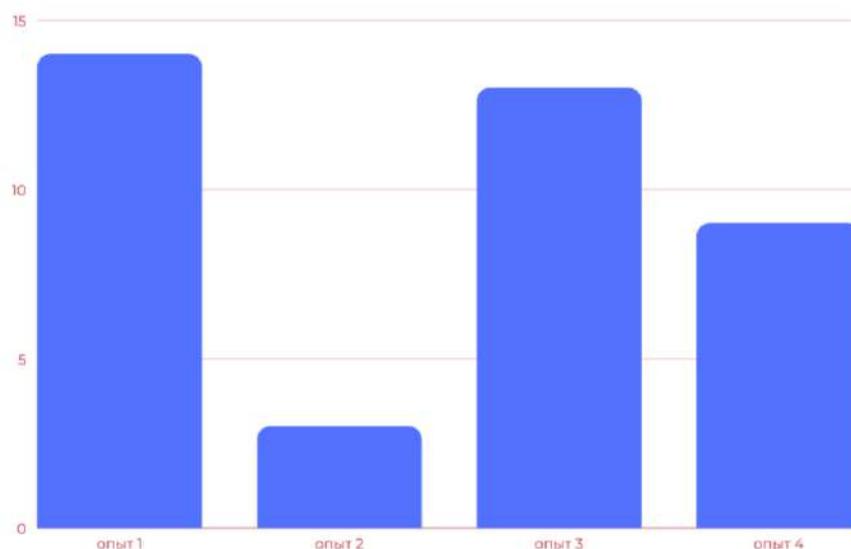


Рисунок 2 – Результаты ответов испытуемых на вопросы экспериментов

Заключение. Исходя из результатов исследования можно сделать вывод о том, что наибольшее количество неправильных ответов было во время проведения первого и третьего эксперимента. В ходе интервью выяснилось, что эти задания оказались для испытуемых самыми сложными.

Также стоит отметить, что после проведения второго эксперимента 15% испытуемых теряли доверие к ответам подставных испытуемых.

Среди испытуемых также были те, которые четко отвечали на вопросы и не сомневались в своей правильности. Они составили 10% от всех испытуемых. Остальные 90% имели сомнения по крайней мере в одном из экспериментов.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что конформизм в условиях дистанционной коммуникации проявляется. Особенно часто это происходит в ситуациях, когда задание является для испытуемого сложным. Интересен тот факт, что результаты, полученные в ходе исследования, указывают на достаточно высокий уровень конформности относительно тех результатов, которые получил в своём эксперименте Соломон Аш.

Список литературы:

1. Управление персоналом. Словарь справочник. Конформизм - [Электронный ресурс] – Psyfactor – 2017. – [Режим доступа]: <https://psyfactor.org/personal/personal10-17>. – Дата доступа: 10.01.2022

UDC 316.647.6-047.37

THE STUDY OF CONFORMITY IN THE CONDITIONS OF REMOTE COMMUNICATION

Gatalskaya A.D., Neverova A.P., Surba A.V., Romashko I.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Yatskevich A.Y. - senior lecturer of the department of EPE

Annotation. In this paper, conformism in the conditions of remote communication is investigated. The study was conducted to determine the susceptibility to conformism in the conditions of remote communication. The results obtained made it possible to determine the susceptibility to conformism in the conditions of remote communication.

Keywords: Conformism, remote communication

УДК 004.415.538

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ТЕСТИРОВАНИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Киселёва М.П., Медведев О.С., Коркин Л.Р.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Меженная М.М. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Рассмотрены основные направления применения использования искусственного интеллекта в тестировании программного обеспечения. Также представлен краткий обзор уже существующего инструментария в данной сфере и преимущества, которые предоставляет данное направление тестирования.

Ключевые слова: тестирование, искусственный интеллект, машинное обучение

Введение. В процессе современной разработки программного обеспечения качество и скорость тестирования играет значительную роль. От него зависит работоспособность готового продукта, его безопасность, надежность, а также временные и денежные расходы на разработку. Разработка процессов, методов и методологий тестирования и управления программным обеспечением имеет решающее значение для минимизации или даже исключения ошибок в коде и, таким образом, для предотвращения негативных последствий, возникающих в результате использования программного обеспечения, подверженного ошибкам. Сегодня, по мере развития технологий, все больше и больше компаний внедряют методы *agile* и *DevOps*. Но с внедрением этих методологий также возрастает потребность в надежных инструментах, поддерживающих непрерывное тестирование и непрерывный выпуск. Для удовлетворения потребностей современной сферы разработки программного обеспечения появляются инструменты автоматизации тестирования на основе искусственного интеллекта.

Основная часть. Тестирование на основе искусственного интеллекта – это метод тестирования программного обеспечения, в котором алгоритмы искусственного интеллекта и машинного обучения используются для эффективного тестирования программного продукта.

В современном мире искусственный интеллект и машинное обучение при тестировании программного обеспечения обеспечивают лучшую и более эффективную автоматизацию, освобождая команды от необходимости повторять и совершенствовать тестирование. Многие методы тестирования программного обеспечения в настоящее время основаны на искусственном интеллекте и алгоритмах глубокого обучения.

Существует 4 подхода к Искусственному интеллекту при тестировании программного обеспечения.

Первым подходом является дифференциальное тестирование. Данный тип тестирования используется классификации различий и сравнения версий приложений для каждой сборки. Инструменты, поддерживающие данный подход, используют алгоритмы искусственного интеллекта и машинного обучения для выявления проблем, связанных с кодом, уязвимостей в системе безопасности, регрессий и так далее. Это достигается за счет сканирования кода, автоматизации модульного тестирования и так далее. Примером такого инструмента является *Launchable*. В основе данного инструмента лежит алгоритм машинного обучения, который предсказывает вероятность сбоя для каждого теста на основе прошлых запусков и всякий раз, когда исходный код изменяется в процессе тестирования. Он позволяет обеспечить первостепенный запуск тестов, с наибольшей вероятностью неудачи. Это позволяет значительно сократить время выполнения тестов.

Второй подход – визуальное тестирование. Визуальное тестирование – это метод тестирования программного обеспечения, при котором внешний вид приложения проверяется с помощью обучения на основе изображений и сравнения экрана. Среди современных

инструментов визуального тестирования можно выделить *Applitools*. *Applitools* – это популярный инструмент, поддерживающий тестирование визуальных элементов. Этот инструмент на базе искусственного интеллекта обнаруживает сбои и ошибки с точки зрения пользовательского интерфейса. Основные функции включают *Applitools Eyes*, который помогает увеличить охват тестированием и сократить расходы на техническое обслуживание. *Applitools Eyes* представляет из себя облачный сервис, позволяющий проводить визуальные валидации путем сравнения изображений. Он выполняет такие визуальные валидации, как проверка GUI, сравнение с эталонным изображением *Web*, *Mobile* и *Native* приложений. *Applitools* интегрируется со всеми современными тестовыми фреймворками и работает со многими существующими инструментами тестирования, такими как *Selenium*, *Appium* и *Cypress*.

Третий подход – декларативное тестирование. Он направлен на определение цели теста на естественном или специфичном для конкретной предметной области языке. Система решает, как выполнить тест. Декларативные инструменты направлены на повышение производительности и стабильности автоматизации тестирования. Эти инструменты обладают значительными возможностями, связанными с автоматизацией роботизированных процессов (*RPA*), обработкой естественного языка (*NLP*), автоматизацией тестирования на основе моделей (*MBTA*) и автономными методами тестирования (*AT*).

Основная цель этих методов – устранить утомительные, подверженные ошибкам, повторяющиеся задачи с помощью интеллектуальной автоматизации. Примером инструмента, который попадает под эту категорию, является *Tricentis*.

Tricentis – это модельно-ориентированный инструмент автоматизации тестирования, который предоставляет довольно широкий набор функций для непрерывного тестирования, включая тестирование с последующим выведением данных, их анализом и интеграцией для поддержки гибких методологий программирования и *DevOps*-методологий.

Четвертым подходом является автоматизация самовосстановления. Самовосстановление – это способность системы автоматически вносить необходимые изменения или модификации. Большинство инструментов на базе искусственного интеллекта обладают способностью как к самотестированию, так и к самовосстановлению, и они считаются ‘умными’. Главной идеей данного подхода является то, что выбор элемента в тестах автоматически корректируется при изменении пользовательского интерфейса.

В качестве примера инструмента данного подхода можно привести *Mabl* и *Testim*.

Mabl – это ведущая интеллектуальная платформа автоматизации тестирования, созданная для *CI / CD*. Этот инструмент использует машинное обучение и адаптивные возможности для экономии начнет функционировать в соответствии с вашим предпочтительным направлением действий.

Testim – инструмент, который использует алгоритмы искусственного интеллекта и *ML* для полной автоматизации тестирования. Искусственный интеллект используется для ускорения разработки, выполнения и обслуживания тестов. *Testim* включает в себя самообслуживание автоматизированных тестов, основанных на *ML*. Это приводит к быстрому созданию стабильных автоматизированных тестов.

Первым главным достоинством тестирования программного продукта с использованием ИИ является экономия времени. Требования к программным продуктам усложняются и вместе с этим увеличивается время, затрачиваемое тестировщиками на написание тестов.

Благодаря ИИ это время можно сократить вдвое, при этом не качество тестов не будет хуже. Следующим плюсом является уменьшение ошибок. Тесты, написанные машиной, с меньшей вероятностью содержат ошибки, чем тесты, написанные человеком. Также, с помощью тестов ИИ можно обнаружить ошибки на ранних этапах разработки, что уменьшает количество дефектов в времени и сокращения времени на написание сценариев кода. Все, что вам нужно сделать, это интегрировать ваш тест с программой, используя язык *Mabl*, после чего инструмент продукте, не допуская того, чтобы они дошли до конечного пользователя.

Тестирование с применением ИИ обладает возможностями распознавания образов и изображений, которые вместе помогают обнаруживать визуальные ошибки, выполняя визуальное тестирование приложений. Так можно убедиться, что все элементы привлекательны, должным образом функционирующие, а динамические элементы корректно работают независимо от их размера и формы. Более того, с помощью ИИ можно расширить область испытаний и получить полный анализ тестируемого компонента.

Тестирование с использованием ИИ обладает недостатками. Первый недостаток - это цена такого тестирования. Разработка инструмента на базе ИИ занимает большое количество времени и ресурсов. Данный подход имеет место быть, то в долгосрочной перспективе, так можно получить от него выгоду. Следующий минус связан со стереотипом, что машины заменят человеческий труд. Нужно понимать, что построение машин без человека невозможно, поэтому за это переживать не стоит: искусственный интеллект будет выполнять за человека его повседневные задачи, а не работать за него полностью.

Заключение. Таким образом в результате рассмотрения современных тенденций развития искусственного интеллекта в сфере тестирования, а также инструментов, которые существуют на данный момент на рынке можно отметить востребованность данного направления развития тестирования программного обеспечения. Существует ряд подходов тестирования с использованием искусственного интеллекта, каждый из которых имеет свою сферу применения и продукты, уже представленные на рынке. Инструменты автоматизации тестирования на основе искусственного интеллекта позволяют соответствовать требованиям качества и скорости, а также поддерживать непрерывное тестирование и непрерывный выпуск, которые требуются в условиях современной разработки программного обеспечения.

Список литературы

1. *AI in Software Testing – Benefits, Approaches, Tools to Look in 2022 [Electronic resource] – 2021. – Mode of access: <https://www.testingxperts.com/blog/AI-in-Software-Testing> – Date of access: 01.04.2022.*
2. *How Can Teams Apply AI and ML in Testing? Use Cases, Tools, and Benefits [Electronic resource] – 2021. – Mode of access: <https://utor.com/topic/ai-and-ml-in-software-testing> – Date of access: 01.04.2022.*
3. *AI in test automation: here’s how it works – Benefits, Approaches, Tools to Look in 2022 [Electronic resource] – 2021. – Mode of access: <https://theqalead.com/topics/ai-test-automation> – Date of access: 01.04.2022.*

UDC 004.415.538

THE APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SOFTWARE TESTING

Kiseliova M.P., Medvedev O.S., Korkin L.R.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Mezhennaya M.M. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. The main directions of artificial intelligence application in software testing are addressed. A brief overview is presented regarding currently existing tools implemented in this area and the advantages provided by this type of testing.

Keywords: testing, Artificial Intelligence, Machine Learning

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ПО ПРОДАЖЕ БИЛЕТОВ КИНОТЕАТРА

Пашкевич М.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Коркин Л.Р. – магистр техн. наук, ассистент. кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье рассматривается разработка веб-приложения, которое сможет помочь клиенту кинотеатра быстро и легко купить билет на определенный сеанс и на определенное место, а также данное веб-приложение сможет помочь работникам кинотеатров вести аналитику посещений и заказов. Разработка данного веб-приложения приведет к оптимизации процесса покупки билетов, поможет привлечь дополнительных клиентов, а также позволит вести аналитику по клиентам, их заказам, а также отклик на какие-либо действия со стороны кинотеатра.

Ключевые слова: технология, веб-приложение, кинотеатры, бронирование

Введение. На сегодняшний день возможно проследить тенденции к расширению рынка предоставления различных развлекательных услуг. К которым относятся также и кинотеатры. Легко видеть, что количество киноцентров неумолимо возрастает как в крупных городах, население которых составляет более миллиона человек, так и в городах гораздо меньшего размера.

Для того чтобы занимать лидерские позиции на рынке, компании нужно реализовывать несколько основных направлений стратегического развития сети.

Во-первых, это увеличение доли на рынке: вхождение в мегаполисы, областные центры, в которых до сих чувствуется недостаток современных киноцентров, и регионы.

Во-вторых, разработка и реализация более востребованной концепции многозального кинотеатра для удобства посетителей, которым предоставляется возможность выбрать сеанс, что позволит захватить более широкие группы потребителей.

В-третьих, оптимизация устройства и функционирования сети, подразумевающая оценку финансовых характеристик компаний, корректировку их деятельности.

Основная часть. Для разработки веб-приложения необходимо решить следующие задачи:

- разработать требования к проекту;
- построить физическую и логическую модель данных;
- описать бизнес-процессы.

Для реализации проекта будут использоваться: язык разметки *HTML*, языки программирования *JavaScript*, *Java*, фреймворки *Spring*, *AngularJS*, базу данных *H2*, библиотеки *SwaggerUI* и другие. На рисунке 1 представлена страница приложения, на которой есть возможность просмотреть все сеансы.

Веб-приложение будет представлено двумя модулями функционала: модуль клиента и модуль администратора и персонала заведения.

Модуль клиента кинотеатра будет представлен следующим функционалом:

- возможность регистрация клиента;
- возможность хранить данные, включая информацию о всех текущих сеансах;
- возможность покупки билета.

Фильм	Кинотеатр	Дата показа	
Властелин колец: Братство кольца, США	Минск	2021-12-20T10:00:00	Купить
Матрица, США	Минск	2021-12-20T12:00:00	Купить
Интерстеллар, США	Минск	2021-12-20T14:00:00	Купить

Рисунок 1 – Страница просмотра всех доступных сеансов

Модуль для администратора и персонал кинотеатров будет представлен следующим функционалом:

- возможность добавлять данные о сеансах;
- возможность просмотра аналитики кинотеатра;
- возможность управления учетными данными;
- возможность наполнения приложения данными о фильмах и кинотеатрах.

Для хранения данных разработанного веб-приложения будет создана база данных на основе *H2*, в которой должна храниться информация о клиентах, их билетах, также различные данные о кинотеатрах, различные аналитические данные.

Залючение. Данное приложение путем упрощения процесса покупки билета позволит конечным потребителям эффективнее и грамотнее планировать свободное время. Дать администрации и работникам кинотеатров возможность повысить прибыль от просмотров с помощью анализа спроса на определенные киноленты, а также предоставить пользователям возможность делиться мнением о фильме, что поднимет рейтинг киноленты.

Список литературы

1. Spring Boot [Электронный ресурс] / Электронные данные. – Режим доступа : <https://spring.io/projects/spring-boot>. – Дата доступа: 23.02.2022.
2. AngularJS [Электронный ресурс] / Электронные данные. – Режим доступа : <https://angularjs.org/>. – Дата доступа : 23.02.2022.
3. H2 [Электронный ресурс] / Электронные данные. – Режим доступа : <https://www.h2database.com/html/main.html>. – Дата доступа: 23.02.2022.
4. Swagger UI [Электронный ресурс] / Электронные данные. – Режим доступа : <https://swagger.io/tools/swagger-ui/>. Дата доступа : 23.02.2022.

UDC 004.5+658.89

WEB APP FOR SELLING CINEMA TICKETS

Pashkevich M.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Korkin L.R. – master of technical sciences, assistant of the department of EPE

Annotation. The article discusses the development of a web application that helps a cinema client quickly and easily buy a ticket for a specific session and a specific seat, as well as this web application helps cinema workers to analyze visits and orders. The development of this web application will optimize the process of buying tickets, help attract additional customers, and also allow you to conduct analytics on customers, their orders, as well as a response to any actions from the cinema.

Keywords: technology, web application, cinemas, booking

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД И СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ

Болошенко Д.А., Жук И.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Пилиневич Л.П. – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры ИПиЭ

Аннотация. Раскрытие сущности системного подхода, мышления в процессах исследования сложных задач. На примерах показано, что «системность» — это определение существенных факторов (элементов, связей, функций и т.д.) необходимых для достижения поставленных целей. Показано, что системное мышление помогает видеть сходство разных систем и понимать взаимосвязь элементов в них.

Ключевые слова: системное мышление, системный подход, система, решение задач

Введение. Системное мышление – это практический подход к восприятию мира, который значительно ускоряет способности анализировать, принимать решения и учиться. Практический потому, что сформирован практикой, а не вырос из абстрактных математических теорий [1].

Система – это абстрактное понятие, позволяющее нам структурировать окружающий мир в удобном для анализа виде.

Основная часть. Систему можно рассматривать как совокупность связанных между собой сущностей. Связанных – в смысле хоть как-то влияющих друг на друга: передающих информацию, скреплённых сваркой, дёргающих друг дружку за верёвочки. Важно понимать: только человек решает, что назвать системой, природа не различает систем. По сути, любой набор любых сущностей можно обозвать системой, но это недейственный метод. Система должна быть концептуально целостной, только тогда её использование будет полезным.

С точки зрения математики [2], если представить граф, вершинами которого будут все сущности в анализируемой нами области, а рёбрами – связи между ними, то хорошими кандидатами в системы станут кластеры сильно связанных вершин. Выглядеть это может примерно вот так (рисунок 1):

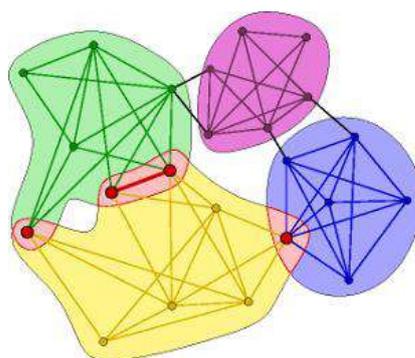


Рисунок 1 – Система представления математических графов

Любая система может состоять из подсистем и быть частью одной или нескольких метасистем.

Например, двигатель – система из клапанов и прочих деталей, автомобиль – система из различных устройств, одним из которых является двигатель.

Итак, системное мышление – это умение выделять системы, переключаться между ними и анализировать их. Как оказалось, многие свойства систем слабо зависят от области, в которой их выделяют (физика, педагогика, логистика, и т.д.), но сильно – от топологии системы – структуры и видов связей между её компонентами. Оказывается, мир не такой

разнообразный, каким кажется, достаточно правильно абстрагироваться [3].

Характерными общими свойствами систем можно назвать, например: жизненный цикл, обратную связь и ортогональность. Эти концепции неплохо живут и без отсылок к системной инженерии, но именно она даёт удобный способ распространить их на окружающий мир. Поэтому, как только мы начинаем мыслить системно, то получаем ряд важных преимуществ. Возможность обобщать и распространять свой опыт, полученный в одной области, на окружающий мир.

Допустим, вы всю жизнь проработали со станками и прочими механизмами и наверняка знаете много хитрых закономерностей и особенностей их функционирования. Существенная часть этих закономерностей может быть перенесена на другие системы, например, информационные.

Главное правильно заменить в этих закономерностях детали и связи между ними. Сделать это напрямую сложно, однако системный подход даёт нам общий язык представления подобных знаний в виде систем. Поэтому, если мы научимся смотреть на нашу работу со станками и с людьми как на работу с системами, то многие наши знания естественным образом можно будет применять сразу к другим областям. Универсальный «инструментарий» для анализа, прогнозирования и разработки новых систем [4].

Заключение. Инженерами выявлено множество свойств, характерных для всех систем, так и для их групп. Используя эти свойства в своей работе можно не только значительно упростить и ускорить решение задач, но и получить общий язык для общения с коллегами, в том числе, из других областей деятельности.

Для специалистов *IT* – это особенно полезно, поскольку сегодня разрабатываешь банковское ПО, завтра медицинское, а послезавтра мобильное приложение, *CMS* или любую другую информационную систему. Вникать заново в каждую область нет времени, но это и не требуется – достаточно мыслить системно. Однако это не избавляет от необходимости изучать базовые принципы соответствующей области, поскольку именно они позволяют выбирать правильные абстракции.

Список литературы

1. Бизнес-планирование: Учебник / Под ред. В. М. Попова и С. И. Ляпунова. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 672 с..
2. Раппопорт А. Системный подход в психологии [Текст]: психол. Журнал / А. Раппопорт. - М, 1994. - №3. - С. 3.
3. Дорфман Л.Я. Методологические основы эмпирической психологии: от понимания к технологии [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Л.Я. Дорфман. - М.: Смысл; издательский центр "Академия", 2005. - 288 с..
4. Петровский А.В. Основы теоретической психологии [Текст] / А.В. Петровский, М.Г. Ярошевский. - М.: ИНФРА - М, 1999. - С. 366-408.

UDC 331.101.1:159.9

SYSTEM APPROACH AND SYSTEM THINKING

Boloshenko D.A., Zhuk I.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Pilinevich L.P. – Dr. Tech. Sc., full professor, professor of the department of EPE

Annotation. Disclosure of the essence of a systematic approach, thinking in the processes of studying complex problems. Examples show that "consistency" is the definition of essential factors (elements, connections, functions, etc.) necessary to achieve the goals. It is shown that systems thinking helps to see the similarity of different systems and understand the relationship of elements in them.

Keywords: system thinking, system approach, system, problem solving

РАЗРАБОТКА ВЕБ-РЕСУРСА ДЛЯ ОТПРАВЛЕНИЯ И ПОЛУЧЕНИЯ ЧАЕВЫХ ЧЕРЕЗ QR-КОД И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Евлаев А.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Бушик А.С. – магистр техники и технологии, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Разработана новая система передачи чаевых от гостя, получателю. Целью проекта является повышение эффективности и эргономичности работы персонала заведения, увеличение кол-ва оставленных чаевых, а также упрощение самого процесса оставления чаевых.

Ключевые слова: чаевые, QR-код, гость, получатель

Введение. В наше время на любом предприятии общественного питания принято оставлять чаевые.

С каждым днем становится все больше и больше людей, предпочитающих рассчитывать и хранить деньги в электронном виде. Сейчас число безналичных платежей в кафе и ресторанах находится в районе 70% а в некоторых заведениях достигает 98%. Наличная выручка сокращается, из чего следует что сокращаются наличные чаевые. В связи с такими переменами страдают самые разные сферы бизнеса. Например в связи с появлением электронных денег, некоторые заведения отказались от приема безналичных чаевых, даже если клиенту все понравилось и он хочет отблагодарить официанта, заведения вынуждены отказаться из-за перечня проблем с приемом этих денег.

В разных странах, разное трактование и отношение к слову «чаевые». В некоторых странах принято включать чаевые в счет на законодательном уровне, что упрощает жизнь и официантам, и посетителям с одной стороны и не всегда уместно с другой. В Республике Беларусь на законодательном уровне слово «чаевые» нигде не фигурирует и приравнивается к доходу.

QR-чаевые – решение полезное всем предприятиям общественного питания, а также многим сферам обслуживания.

Безналичные расчеты, которые так упрощают нам всем повседневную жизнь, сослужили дурную службу официантам: они все чаще стали оставаться без чаевых, из которых складывается довольно существенная часть их заработка. Нередкая ситуация: гости довольны ужином и рады бы отблагодарить официанта – но у них банально нет при себе наличных денег.

Пандемия только усугубила эту проблему: по данным международной платежной системы *Visa*, использование наличных в Республике Беларусь с прошлой весны сократилось на 41 %.

Так что владельцам и управляющим, которые не хотят терять сотрудников, приходится искать новые технологические решения, которые будут удобны и гостям, и официантам. Все решения в этой области, существующие сейчас, так или иначе связаны с использованием с QR-кодов или NFC-меток (обеспечивают моментальный обмен данными на коротких расстояниях, как турникеты в метро). Далее официант может вывести деньги через личный кабинет в системе или, если к сервису привязана виртуальная карта, расплачиваться ею в магазинах.

Указанные показатели отражают цель – создать эффективную систему по приему и отправке чаевых. Данная система призвана упростить процесс оставления и приема чаевых, а также помочь пользователям реализовать сам процесс благодарности как можно быстрее и комфортнее для обеих сторон.

Основная часть. Основной целью при проектировании и разработке продукта являются эргономичность веб-ресурса, простота понимания концепции и лаконичный дизайн.

Таким образом, основная цель веб-ресурса: позволить пользователям быстро и удобно оставлять чаевые (для посетителей), а также удобно их принимать для получателей.

Для решения поставленных задач и достижения итоговой цели проектируемая система должна выполнять следующие функции:

- просмотр кол-ва полученных чаевых;
- возможность оставить отзыв и оценить работу обслуживающего персонала;
- редактирование информации профиля;
- добавление личного фото;
- отправка чаевых другому пользователю;
- поиск официанта по заданным критериям.

Любой пользователь после прохождения авторизации может получить свой личный qr-код и личный номер по которому, он также может быть найден.

Таким образом, интерфейс профиля будет выглядеть следующим образом (рисунок 1).

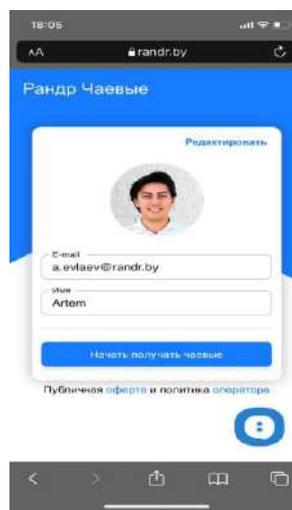


Рисунок 1 – Интерфейс профиля

При регистрации аккаунта в роли официанта, будет создаваться персональный qr-код и личный номер, чтобы гость в будущем мог найти официанта (рисунок 2).

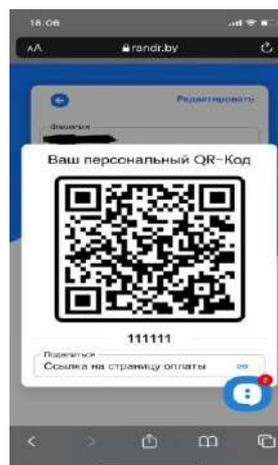


Рисунок 2 – Персональный QR-код и личный номер

При переходе по QR-коду или личному номеру, пользователь будет попадать на страницу получателя, где впоследствии у него будет возможность выбрать сумму и совершить платеж. После успешной оплаты, пользователь может оценить работу официанта, а также оставить комментарий.

Заключение. Были исследованы существующие бизнес-процессы передачи чаевых, методы и системы учета количества и суммы чаевых. Выявлены основные направления автоматизации процесса передачи и получения чаевых предприятия в рамках системы. Выполнено проектирование и реализация автоматизированной системы оставления чаевых, с учетом эргономических требований.

С помощью реализованной системы была замечена положительная динамика роста количества оставляемых чаевых. Также за счет внедрения данного веб-ресурса в работу предприятия, снизилась нагрузка на внутренние экономические процессы предприятия.

Список литературы

1. Шупейко, И.Г. Эргономическое проектирование система «человек компьютер-среда». Курсовое проектирование/ И.Г. Шупейко. – Минск: БГУИР, – 2012. – 92с.
2. Шупейко, И.Г. Эргономическое проектирование система «человек компьютер-среда». Курсовое проектирование/ И.Г. Шупейко. – Минск: БГУИР, – 2012. –92с.
3. Калиновский, А.И. Юзабилити: как сделать сайт удобным/ А.И. Калиновский. –Минск: Новое знание, 2005. –112с.
4. Круг, С. Веб-дизайн: книга Стива Круга или «не заставляйте меня думать!»/ С. Круг. – Пер. с англ.-СПб: Символ-Плюс, – 2005. –132с.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

DEVELOPMENT OF A WEB RESOURCE FOR SENDING AND RECEIVING TIPS VIA QR CODE AND ITS ERGONOMIC SOFTWARE

Evlaev A.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Bushik A.S. – master of engineering and technology, senior lecture of the department of EPE

Annotation. A new system for transferring tips from the guest to the recipient has been developed. The aim of the project is to increase the efficiency and ergonomics of the work of the staff of the establishment, increase the number of tips left, as well as simplify the process of leaving a tip.

Keywords: tip, QR code, guest, recipient

МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Сальникова Е.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Прудник А.М. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Ключевым словом дистанционного обучения является интерактивность – постоянное систематическое взаимодействие преподавателя и учащихся, и учащихся между собой в учебном процессе. Каждый педагог понимает, чтобы учащиеся хорошо учились, необходимо вызвать интерес к преподаваемой дисциплине. Качество обучения должно отвечать одним и тем же требованиям, как при традиционной форме обучения, так и при дистанционной.

Ключевые слова: мониторинг, дистанционное обучение, качество обучения

Введение. Дистанционное обучение становится все более распространенной формой получения знаний. Это происходит из-за того, что традиционное обучение не может дать столько возможностей, сколько можно получить при дистанционном обучении. В настоящее время в систему образования должны вовлекаться все участники образовательного процесса. Это позволяет обеспечить максимальную производительность и помогает развивать систему образования как в целом, так и отдельные компоненты.

Положительное отношение к учению характеризуется активностью учащихся в учебном процессе, умением ставить цели, предвидеть результат своей учебной деятельности. Мотивация обучения включает мотивацию деятельности преподавателя и мотивацию деятельности учащегося [3]. Для того, чтобы сформировать у учащихся положительную мотивацию к обучению необходимо, чтобы они осознали конечную цель обучения, теоретическую и практическую значимость преподаваемых знаний, профессиональную направленность учебной деятельности.

Основная часть. Дистанционное обучение – это форма получения образования, при которой преподаватель и учащийся взаимодействуют на расстоянии с помощью информационных технологий [1].

Если сравнить дистанционное обучение и обучение в пределах образовательных учреждений (очная и заочная формы обучения), то при дистанционном обучении более тщательно подбирается учебный материал и может быть представлен в различном виде. Информация преподносится в более структурированном виде, время на изучение ограничено. Переход от стандартного традиционного обучения к обучению с использованием электронных технологий дает возможность общаться с учащимися и преподавателями за пределами учебного заведения. Такой вид обучения применяется для различных самостоятельных работ, проверки знаний каждого учащегося индивидуально, для получения консультаций, различных обсуждений на форумах по изучаемой дисциплине. Использование форума позволяет организовать дискуссии в процессе обучения.

Абсолютными плюсами дистанционного обучения являются объективная методика оценки знаний с помощью различных тестов, практических и лабораторных работ, а также возможность консультироваться с преподавателем в ходе обучения с помощью различных средств коммуникации.[1] Основой такого обучения является самостоятельная интерактивная работа учащихся с учебными материалами, включающими в себя различные видео, презентации, лекции, инструкции по выполнению практических и лабораторных работ, методические рекомендации по изучаемой дисциплине, а также тесты для контроля знаний.

Под качеством дистанционного образования подразумевается совокупность свойств образовательной системы, обеспечивающих получение обучаемыми знаний, навыков и

умений, отвечающих определенным требованиям, зафиксированным в государственных стандартах профессионального образования [3].

Если образовательное учреждение вводит дистанционное обучение, значит данное учреждение должно обеспечить необходимые условия, методы и инструменты.

Показатели качества зависят от количества учащихся, которые обучаются с помощью дистанционного обучения, а также характер полученных знаний. К показателям качества полученных знаний относятся универсальность знаний, доступность знаний, применение знаний на практике, а также возможность обучающихся к самостоятельному обучению. Качество обучения во многом зависит от того, насколько грамотно подобран учебный материал. Также качество дистанционного обучения зависит от процессов обучения, организации и применяемых средств. Обязательно должна присутствовать обратная связь между преподавателем и учащимся, а также между учащимися. Важны такие компоненты качества, как формы общения между всеми участниками дистанционного обучения, а также уровень доступности преподавателей.

Мониторинг в образовании – это процесс организации сбора, хранения, обработки и распространения информации о деятельности педагогической системы, обеспечивающая непрерывное слежение за ее состоянием и прогнозированием ее развития [1]. Под мониторингом качества обучения понимается совокупность непрерывных контролирующих действий, позволяющих наблюдать и корректировать по мере необходимости продвижение учащегося от незнания к знанию [2].

Можно выделить задачи, которые стоят при разработке мониторинга качества дистанционного обучения. Для начала надо обеспечить доступность качественного дистанционного обучения, оценить уровень и возможности индивидуальных образовательных достижений учащихся. Также необходимо выявить факторы, которые влияют на качество дистанционного образования. Содействие повышению квалификации преподавателей, которые преподают учебные дисциплины дистанционно, также является главной задачей при мониторинге качества дистанционного обучения.

Чтобы мониторинг прошел успешно, необходимо сначала определить объект мониторинга. Это может быть, например, группа учащихся. А также надо установить направление процесса мониторинга, например, качество преподавания или качество обучения. Далее в процессе мониторинга необходимо собрать информацию. Это является основным этапом мониторинга. Сбор данных может проходить в форме опроса, тестирования, наблюдения, проведения анкетирования, диагностики. Опросные методы позволяют получить информацию о развитии образовательного процесса с учетом ответов на вопросы. Тестирование позволяет сравнить и сопоставить оценки, полученные с помощью тестов.

В процессе исследования, сбора информации и анализа рассматриваются изменения знаний и умений учащихся по каждой дисциплине, а также изменения психологического состояния каждого учащегося и группы в целом. В качестве психологического состояния рассматриваются такие показатели, которые характеризуют личность учащегося. Показатели изменения знаний и умений зависят от времени, которое тратит учащийся на изучение материала. Далее необходимо провести анализ. То есть это систематизация данных и их обработка. Можно сопоставить и сравнить предполагаемые результаты с полученными и сделать выводы.

Мониторинг нужен для того, чтобы обнаружить и исправить проблемы и недостатки в методах и формах преподавания, учебной документации. Данные мониторинга мотивируют преподавателей к улучшению своей деятельности. И способствуют повышению качества преподавания и ответственности за результаты учебного процесса. Проведение мониторинга в образовательном процессе направлено на основные аспекты качества образования – качество условий, качество результата и качество процесса. [3] Система мониторинга обеспечивает обратную связь, которая говорит о достоинствах и недостатках системы обучения.

При изучении мониторинга важное значение имеет анализ используемых педагогом форм и методов преподавания, способов преподнесения учебного материала учащимся, структуры дистанционного занятия и как часто преподаватель организует обратную связь с учащимися. После дистанционного занятия необходимо провести рефлексию и понять насколько были активны учащиеся на занятии, насколько они были самостоятельны, достиг ли преподаватель поставленных целей и насколько успешно было организовано дистанционное занятие.

В условиях пандемии был осуществлен перевод на дистанционную форму обучения учащихся дневной формы обучения. Проводился сравнительный анализ показателей качества обучения. Проводили мониторинг по следующим критериям: материально-техническое обеспечение дистанционного обучения, качество учебного материала, качество индивидуальных учебных достижений учащихся, качество системы самооценки и самоконтроля учащихся, квалификация преподавателей. В ходе мониторинга было установлено, что уровень оценки материально-технического обеспечения имеет высокий уровень. Качество учебного материала для дистанционного обучения полностью соответствует учебным планам и дидактическим требованиям, систематически применяются системы самоконтроля и самооценки учащихся. Каждый учащийся может самостоятельно контролировать результаты своей учебной деятельности. В результате мониторинга выяснили, что разница среднего балла в группе при очной форме обучения и дистанционной составила в среднем 0,5 балла. Следует внести корректировки в некоторые методы обучения и формы предоставления учебного материала.

Заключение. Таким образом, использование дистанционного обучения позволяет получить необходимые каждому учащемуся знания и овладеть навыками, а также помогает в формировании мобильности и самостоятельности. Проведенный анализ качества дистанционного обучения привел к выводам, что одним из обязательных факторов, определяющим успешное использование в учебном процессе технологий дистанционного обучения зависит от мотивации всех участников образовательного процесса. В связи с этим трудности возникают у преподавателей с выбором методики преподавания и инструментов.

Список литературы

1. Агапов СВ. и др. Средства дистанционного обучения. Методика, технология, инструментарий. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 336 с.
2. Афанасьев А.Н., Куклев В.А., Егорова Т.М., Воеводин Е.Ю., Бочков С.И. Исследование интерактивных возможностей электронного обучения на основе СДО Moodle: поиски и решения // Электронное обучение в непрерывном образовании. - 2016. - № 1 (3). - С. 982-991.

UDC 378.147

MONITORING THE QUALITY OF DISTANCE LEARNING

Salnikova E.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Prudnik A.M. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. The keyword of distance learning is interactivity - the constant systematic interaction of the teacher and students and students among themselves in the educational process. Each teacher understands that in order for students to study well, it is necessary to arouse interest in the discipline being taught. The quality of education must meet the same requirements, both in the traditional form of education and in distance learning.

Keywords: monitoring, distance learning, quality of learning

МОБИЛЬНЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ И ЭКОЛОГИЯ

Белоблоцкая Я.С., Новикова А.А

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: Цявловская Н.В. – магистр техн. наук, старший преподаватель преподаватель
кафедры ИПиЭ*

Аннотация. В данной работе решалась задача поиска и сбора информации об осведомленности людей касательно вреда экологии, приносимого мобильными телефонами.

Ключевые слова: мобильный аккумулятор, экология, мобильный телефон, «вздутие» аккумулятора, литий-ионный аккумулятор

Введение. В большинстве современных моделей современных мобильных телефонов установлены литий-ионные аккумуляторы. Они выделяются доступным производством, хорошей работоспособностью и относительно средней скоростью износа. Однако существует множество опасностей, которые литий-ионные аккумуляторы представляют для экологии.

Основная часть. Основной вред мобильных аккумуляторов для экологии заключается в следующем:

1. Добыча *Li*, который является основным металлом для изготовления мобильных аккумуляторов. Ядовитая пыль от процессов откачивания на поверхность из источников и выпаривания данного материала в специальных бассейнах превращает в пустыню окружающее пространство [1].

2. Вред от неправильной утилизации мобильных батарей. При их повреждении выделяются токсичные элементы и газы. Кроме того, материалы, из которых они производятся, находятся в природе в ограниченном количестве и не возобновляются. Их дополнительное производство (а не повторное использование) приводит к, соответственно, дополнительной нагрузке на экологию планеты, так как процессы производства не просто грязные, но и энергоемкие. Сложность и разнообразие типов литий-ионных батарей означает, что процесс переработки не всегда прост. Кроме того, разбор иногда затрудняют способы скрепления [2].

3. Вред от эксплуатации вышедших из строя, «вздутых», мобильных аккумуляторов, что может сопровождаться горением устройств. Вздутый аккумулятор на телефоне - видимый «симптомом» выхода телефона из строя. Это деформация корпуса батареи в ходе ее износа и старения, из-за чего происходит изменение размеров элемента питания, повреждающее внутренние электронные компоненты корпуса. размыкающее контакты. Самая опасная из проблем эксплуатации уже износившегося аккумулятора - это возможный «взрыв» вздутия. Все происходит из-за замыкания внутри источника питания: литий анода (положительного электрода батареи) реагирует с электролитом. Аккумулятор начинает разогреваться, а после того, как батарея разогревается до двухсот градусов, происходит резкое выделение кислорода, углекислоты и других газов. Аккумулятор раздувается. Кислород воспламеняется из-за температуры, происходит взрыв [3].

В нашем исследовании была поставлена цель выяснить степень осведомленности людей разных возрастных категорий о правильности эксплуатации и утилизации аккумуляторов мобильных телефонов.

Объектом исследования является выборка, состоящая преимущественно из людей от 18 до 30 лет. В процессе исследования решались следующие задачи:

1. Определен процент людей, осведомленных о вреде мобильных аккумуляторов.
2. Определен процент людей, не имеющих понятия о правильной утилизации мобильных аккумуляторов.
3. Определены различные причины, по которым люди меняют телефоны/батареи.

4. Определено, совпадает ли срок использования мобильного телефона со сроком работы батареи у опрошенных.

Для достижения поставленных задач был проведен опрос.

В нём принимали участие 82 человека. Большая часть из них - студенты. Кто-то приобретал новое устройство ради функциональности или получал в качестве подарка. Но на решение подавляющего большинства (43,9%) влияла неисправность предыдущего телефона.

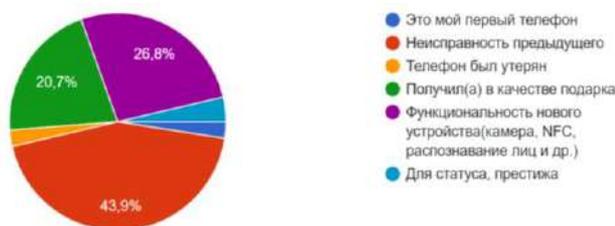


Диаграмма 1 – Причина приобретения нового устройства

Опрос показал, что средний срок эксплуатации телефонов составляет 2-5 лет. Опыт опрошенных не противоречит заявлениям производителей мобильных телефонов и аккумуляторов.

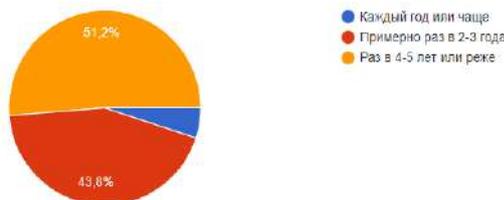


Диаграмма 2 – Частота приобретения нового устройства

Старые устройства гораздо чаще опрошиваемые оставляли у себя «про запас» (67,1%), четверть отдавали старые рабочие устройства родственникам или друзьям. И лишь 1 человек сдавал телефон в трейд-ин для получения скидки на новое устройство. 1 человек избавился от телефона вместе с бытовыми отходами.

В ходе опроса мы выяснили, что больше половины опрошиваемых сталкивалось со вздутием мобильного аккумулятора. Это при том, что примерно у 70% это четвертое, шестое или, возможно, восьмое устройство. Из этой половины 85% осведомлено о причине и опасности данного явления.

На следующей диаграмме представлен спектр действий, которые применялись опрошиваемыми к «вздутым» аккумуляторам.



Диаграмма 3 – Дальнейшие действия опрошиваемых с вышедшими из эксплуатации мобильными аккумуляторами

Аккумуляторы мобильных телефонов в среднем служат 2-3 года, что подтверждает статистика нашего опроса. Что интересно, на вопрос о сроке службы телефона, ответов «4-5 лет» было больше, из чего следует, что многие эксплуатируют вышедшие из строя мобильные аккумуляторы.

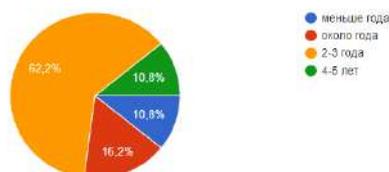


Диаграмма 4 – Срок работы батареи опрашиваемых до “вздутия”

Общим результатом нашего опроса является следующая диаграмма.



Диаграмма 5 – Осведомленность опрашиваемых о влиянии мобильных аккумуляторов

Заключение. По результатам опроса мы выяснили, что большинство людей осведомлено о верных сроках эксплуатации батарей, однако немногие знают, в чем именно заключается опасность мобильных аккумуляторов, а также в чем заключаются причины их “вздутия”. Говоря об утилизации мобильных аккумуляторов, лишь малый процент опрашиваемых делает это правильно. Основная причина: отсутствие доступных и известных способов экологичной утилизации в РБ.

Существуют следующие способы утилизации мобильных аккумуляторов:

1. Сдать аккумулятор в центр переработки. Для этого перед утилизацией нужно их максимально разрядить, до 0 вольт. Это нужно для того, чтобы они не загорелись даже при протыкании.

2. Присоединиться к акции трейд-ин. Трейд-ин (*trade-in*) – это способ покупки, при котором можно сдать старое устройство и получить за это скидку на покупку нового. Скидка может достигать 99,9% от стоимости нового смартфона [4].

3. Экобоксы позволяют избавиться от телефона и быть уверенным в том, что он будет утилизирован самым экологичным образом. К сожалению, на данный момент экологичным образом утилизируются всего лишь 3%. К тому же, чаще можно встретить экобоксы для утилизации обычных батареек, но не телефонных аккумуляторов и устройств [5].

Список литературы:

1. Есть ли вред от сотового телефона?. [Электронный ресурс] // Экология сегодня – 2016. – Режим доступа: <https://ecologynow.ru/knowledge/lesa-legkie-planety-ekologia-goroda/est-li-vred-ot-sotovogo-telefona> . – Дата доступа: 06.01.2022.
2. Смартфоны сильно вредят экологии [Электронный ресурс] // 24 Мир – 2015. – Режим доступа: <https://mir24.tv/news/16334884/smartfony-silno-vredyat-ekologii>. – Режим доступа: 07.01.2022.
3. Почему аккумулятор телефона вздулся?. [Электронный ресурс] // NEOVOLT – 2015. – Режим доступа: https://neovolt.ru/blog/259_pochemu-akkumulator-telefona-vzdulsya. – Дата доступа: 10.01.2022.

UDC 504.75.05

MOBILE BATTERIES AND ECOLOGY

Beloblotskaya Ya.S., Novikova A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radio electronics, Minsk, Republic of Belarus

Tsyavlovskaya N.V. – master of technical sciences, seniour lecturer of the department of EPE

Annotation. In this work, the task of finding and collecting information about people's awareness of the environmental damage caused by mobile phones was solved.

Keywords: mobile battery, ecology, mobile phone, battery swelling, lithium-ion battery

УДК 004.51–721.012

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В UX/UI ДИЗАЙНЕ

Белоблоцкая Я.С., Искрова А.А., Новикова А.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Пилиневич Л.П. – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры ИПиЭ

Аннотация. В данной работе пойдет речь о системном подходе, проявлении системного характера в дизайне, а также о строении и структуре системного дизайна.

Ключевые слова: дизайн, системный подход, системное восприятие, дизайн-система, системный дизайн, системное проектирование, UX/UI дизайн

Введение. Системный подход – качественно новая ступень методологии научного познания и практической деятельности. Понимание объектов как систем обеспечивает более углубленную постановку изучаемых проблем и позволяет разработать плодотворную стратегию их исследования. Необходимый для выведения понятия дизайна анализ художественно-конструкторской деятельности показывает, что ее предметом является целостное структурообразование, а целью – целостно-структурированный объект. Следовательно, системный подход имеет важное значение для дизайна, как в целом, так и для его отраслей. В нашем докладе будет рассмотрена такая отрасль дизайна, как UX/UI [1].

UI («user interface») — «пользовательский интерфейс», а UX («user experience») – это «пользовательский опыт». UI-дизайнер отвечает за визуализацию приложения, делая его удобным и функциональным, подбирает формы, цвета и другие параметры. А UX-дизайнер ответственен за функциональность дизайна [2].

Основная часть. Выдвижение перед системным проектированием крупных социально-культурных проблем предполагает формирование новой «философии проектирования». Ее основой служат некие общие законы, согласно которым условная цель системного дизайна не решение конкретных прикладных задач, а разработка и реализация общих дизайнерских методов. Эти методы должны применяться не только при проектировании нового продукта, но и при обосновании процесса его производства и распределения. В предложении и осуществлении дизайнерских решений должны принимать участие как дизайнеры, так и другие специалисты, которых такие решения касаются непосредственно. Последнее положение становится в системном дизайне все более актуальным.

Системный характер дизайна проявляется в наличии связей между субъектом и объектом. Объектом дизайна может стать практически любое новое техническое промышленное изделие в любой сфере жизнедеятельности людей, где социально-культурно обусловлено человеческое общение. Субъекты дизайн-деятельности - это специалисты, художники-конструкторы.

В данной работе будет рассмотрена следующая структура системы дизайна: объект системы – UX/UI дизайн, а субъект - сам дизайнер.

Помимо вышесказанного, принцип системности является одним из 5 основополагающих принципов дизайна. Он предполагает учет при проектировании изделий объектов дизайна, их связей с другими изделиями, со средой функционирования и восприятия этого объекта потребителем. Объект в соответствии с этим принципом рассматривается как компонент предметно-пространственной системы в тесной взаимосвязи с человеком. В отличие от инженерного подхода, рассматривающего объект как чисто техническую систему, замкнутую в себе, дизайн осмысливает, анализирует и синтезирует свои объекты в системе «человек – предмет – среда».

Сам конкретный объект структуро-, формо- и смыслообразования также рассматривается в соответствии с принципом системности как система, организуемая на

основе учета взаимосвязанных факторов формообразования, обеспечивающих гармонию формы и сущности разрабатываемого объекта, организации самой формы, а также гармонию связей и отношений объекта дизайна как микросистемы с другими компонентами предметно-процессуальной и предметно-пространственной систем, представляющих собой макросистему «человек – предметно-пространственная среда», в свою очередь входящей как компонент в метасистему соответствующей сферы материальной культуры [3].

Системный подход применим в различных аспектах дизайна. В сфере *UX/UI* он может рассматриваться различно исходя из направленности разработки:

1. То, что облегчит работу самого дизайнера и программистов: упорядочивание среды разработки дизайна, то есть расположение рабочих модулей, установленные требованиями отступы и размеры;

2. То, что облегчит понимание дизайна пользователем: создание готового продукта с применением методов системного подхода, к примеру, ориентируясь на психические свойства человеческого восприятия.

Приведем примеры применения системного подхода в *UX/UI* в двух упомянутых выше аспектах. Для пояснения первого пункта рассмотрим применение системного подхода на примере дизайн-систем.

Проектирование интерфейса – невероятно трудоемкий процесс. Чтобы продуктом было легко пользоваться, дизайнер должен разбираться в *UX* и *UI*, человеческой психологии, работать с архитектурой проекта и доводить до совершенства множество мельчайших деталей. Эту работу отчасти помогает оптимизировать дизайн-системный подход.

Дизайн-система – это не библиотека шаблонов или гид по стилю. Это сборник компонентов, которые структурируют и придают *digital*-продукту смысл. Это то, благодаря чему пользователи узнают продукты компании, а дизайнеры и разработчики не тратят время на создание одинаковых элементов. За счет хорошей дизайн-системы компания может сэкономить время и финансовые расходы. Дизайн-система стала нужна, когда требуется оптимально масштабировать продукт. Поэтому многие ведущие мировые бренды уже давно используют этот инструмент в работе. Дизайн-системы есть у *Apple, IBM, Airbnb, Atlassian, Microsoft, Trello, BuzzFeed* и многих других крупных зарубежных компаний [4].

Далее рассмотрим конкретный пример применения дизайн-системы для верстки дизайнерских макетов.

Чтобы ускорить разработку проектов, одна из компаний придумала систему, позволяющую сохранять порядок в процессе. Иногда задумка дизайнера может быть неправильно понята разработчиком. И если в верстке встречаются заметные расхождения с макетом, то проблема решается локально, посредством прямого взаимодействия разработчиков и дизайнеров с дополнительными временными затратами. И без цельной системы в каждом проекте появляются одни и те же ошибки.

Для решения проблемы была создана система вертикальных отступов. Все элементы страницы группируются в блоки. Блоки выстраиваются по правилам, которые придумал дизайнер. Отступы разделены на группы в зависимости от размера. Вертикальным отступам соответствуют символы. Также есть библиотека со стандартным набором вертикальных отступов. Когда дизайнер понимает, какие отступы ему понадобятся, он берет символы из библиотеки и изменяет под свои высоты и цвета. Потом расставляет вертикальные отступы по странице и группирует все в папку. В макетах он разделяет все отступы цветом. В итоге макет выглядит аккуратнее, верстка становится более предсказуемой, время на разработку сокращается на 90%. Если к проекту подключили нового дизайнера, то его действия будут знакомыми, привычными для фронтенд-разработчиков. Система особенно полезна при создании больших сайтов, где речь идет об огромном количестве информационных страниц, каждая из которых должна быть выстроена по шаблону [5].

Далее поясним второй пункт применения системного подхода, касающийся решения проблем восприятия дизайна пользователем. Здесь системный подход используется с целью облегчения взаимодействия пользователя с каким-либо интерфейсом. Существует множество

требований, которым должен соответствовать разработанный дизайн. Например, системный подход в контексте создания пользовательского продукта предполагает использование гештальт-принципов дизайна. Гештальт («форма» на немецком языке) – это группа принципов визуального восприятия, разработанная немецкими психологами в 1920-х годах. Он основан на теории, что «организованное целое воспринимается как большее, чем сумма его частей» [6].

Основными принципами гештальт-дизайна являются: близость, сходство, завершенность, непрерывность, фигура-фон. Они основаны на различных свойствах человеческого восприятия. Например, целостность, позволяет воспринимать любой объект как устойчивое системное целое, даже если некоторые его части не могут быть наблюдаемы. Принцип дизайна, основанный на данном свойстве восприятия, должен учитывать, что человек опирается на предыдущий опыт взаимодействия с подобными системами.

Например, часто встречается отсутствие интуитивности в интерфейсе. Она оценивается по следующим пунктам: пользователь (субъект нашей системы) легко понимает, как взаимодействовать с любым элементом; может предугадать, что произойдет при взаимодействии; дизайн отзывчив (сообщение-подтверждение при нажатии “Сохранить”).

Также к ошибкам в дизайне интерфейсов можно отнести: лишнюю анимацию, ее стало использовать слишком просто, что вызывает излишнее использование; отсутствие отмены последнего действия; незнакомые обозначения и иконки могут быть непонятными даже в своем контексте; неудобные формы обратной связи [7].

Заключение. При разработке любого интерфейса важно помнить, что цель системного подхода - облегчить работу пользователя. Именно системный к объекту *UX/UI* дизайна интерфейса помогает достичь этой цели: дизайнер не путается во множестве проектов, объединяя их элементами целостной дизайн-системы, а также ориентируется на системное восприятие пользователя.

Таким образом, *UX/UI* дизайн - процесс, для которого необходимы сочетание инженерного и художественного мышления, гуманитарные и технические знания одновременно. Такого рода деятельность требует систематизации для сокращения затрат времени, сил и финансов благодаря четкости и слаженности работы всех составляющих.

Список литературы:

1. Системный подход в дизайне. Сущность, основные понятия и структура системного подхода [Электронный ресурс] // Студопедия. – 2014. – Режим доступа: <https://studopedia.org/8-196277.html>. – Дата доступа: 26.03.2022.
2. Все о профессии UI/UX дизайнера [Электронный ресурс] / Б.Солнцева // DAN-IT. – 2018. – Режим доступа: <https://dan-it.com.ua/blog/vse-o-professii-ui-ux-dizajnera/>. – Дата доступа: 01.04.2022.
3. Glogka, E. Принципы гештальта в дизайне пользовательского интерфейса [Электронный ресурс] / E.Glogka // Хабр. – 2016. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/cloud4y/blog/347444/>. – Дата доступа: 01.04.2022.
4. Черненкокая, О. Как создавать интуитивные интерфейсы [Электронный ресурс] / О. Черненкокая // SKVOT. – 2017. – Режим доступа: <https://skvot.io/ru/blog/intervyu-olga-chernenkaya>. – Дата доступа: 28.03.2022.

UDC 004.51–721.012

SYSTEMIC APPROACH TO UX/UI DESIGN

Beloblotskaya Ya.S., Iskrova A.A., Novikova A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Pilinevich L.P. – Dr. Tech. Sc., full professor, professor of the department of EPE

Annotation. In this article discuss a systematic approach, the manifestation of a systemic nature in design, as well as the structure and structure of system design.

Keywords: design, system approach, system perception, design system, system design, system design, UX/UI design

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ С ЗАДАЧАМИ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Енин Е.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: Карпович Е.Б. – магистр техники и технологии, старший преподаватель
кафедры ИПиЭ*

Аннотация. В работе представлено веб-приложение с задачами по программированию, в частности функциональные возможности системы. Особенностями системы является бесплатный доступ ко всем возможностям сервиса, наличие игрового режима решения задач.

Ключевые слова: база данных, веб-приложение, решение задач, игровой режим, кроссплатформенная разработка

Введение. Целью данной работы является разработка веб-приложения с задачами по программированию. Кроме базового функционала по решению задач в веб-приложении будет присутствовать игровой режим, который позволит разнообразить учебный процесс, удержать внимание пользователей, а также повысить качество и скорость обучения.

Основная часть. В работе осуществлен сравнительный анализ технических и эргономических характеристик [1] существующих популярных ресурсов для обучения программированию (*Codewars, Topcoder, CodeFights* и др.).

На основании анализа было принято решение о разработке веб-приложения по решению задач по программированию с игровым режимом. В нем пользователь сможет соревноваться в любое время, с разным количеством участников, в рамках как коротких (до 10 минут), так и длительных (более часа) промежутков времени.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- создание базового функционала для манипулирования задачами (*CRUD* операции);
- добавление возможности прохождения задач непосредственно в веб-приложении;
- добавление игрового режима решения задач.

Для достижения поставленных задач разработан следующий функционал приложения:

- регистрация и логин;
- просмотр задач;
- фильтрация задач;
- сортировка задач;
- создание задач;
- прохождение задач;
- верификация задач;
- участие в играх;
- просмотр пройденных игр;
- просмотр статистики активности;
- просмотр статистики по задачам и играм;
- просмотр пройденных, незаконченных и самостоятельно созданных задач;
- блокировка аккаунта администратором;
- редактирование своих данных.

При проектировании системы были учтены следующие критерии удовлетворения интерфейса пользователя: минимальное время выполнения задачи пользователем, минимальное число произвольных ошибок пользователя, минимальная неоднозначность в понимании интерфейса [2].

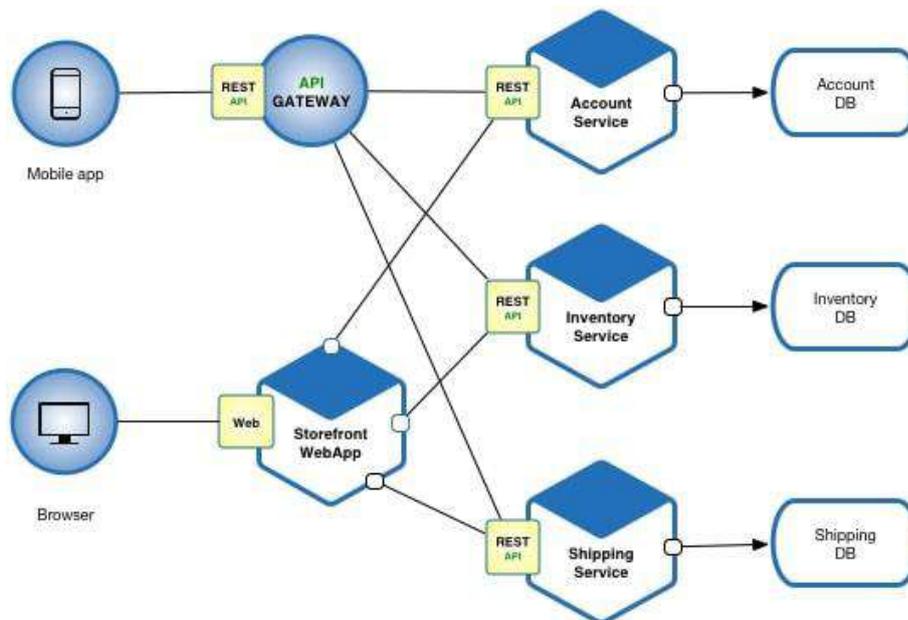


Рисунок 1 - Микросервисная архитектура

Веб-приложение реализовано на основе микросервисной архитектуры [3] (рисунок 1) с использованием шаблонов *RPC* [4], *CQRS* [5] и *Event Sourcing* [6] и технологическим стеком: языки программирования *Kotlin*, *Typescript* и *JavaScript* [2], база данных *PostgreSQL*, а также использованы такие технологии, как *Ktor*, *Bootstrap*, *HTML*, *CSS*, *Webpack*, *Docker*. В качестве среды разработки использована *IntelliJ IDEA*.

Заключение. Разработанное веб-приложение позволит пользователям решать задачи по программированию как в обычном, так и в игровом режиме, что способствует активизации познавательной деятельности [7], созданию и поддержанию мотивации обучающихся.

Список литературы

1. Шупейко, И.Г. Эргономическое проектирование систем «человек – компьютер – среда». Курсовое проектирование/И.Г. Шупейко. – Минск: БГУИР, 2012. – 92 с.
2. Дронов, В. HTML 5, CSS 3 и Web 2.0. Разработка современных Web –сайтов / В. Дронов, - СПб.: БХВ-С.Петербург, 2010. - 416 с.
3. *Microservices* [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <https://microservices.io> – Дата доступа : 30.03.2022.
4. *RPC* [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <https://coderlessons.com/tutorials/akademicheskii/osnovy-operatsionnykh-sistem/13-udalennyi-vyzov-protsedur-rpc> – Дата доступа : 30.03.2022.
5. *CQRS* [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/architecture/patterns/cqrs> – Дата доступа : 30.03.2022.
6. *Event sourcing* [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <https://microservices.io/patterns/data/event-sourcing.html> – Дата доступа : 30.03.2022.
7. Карпович Е.Б. Совершенствование составляющих элементов системы дистанционного обучения // Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века : материалы XI международной научно-методической конференции. – Минск : БГУИР, 2019. – С. 139.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

WEB APPLICATION WITH PROGRAMMING TASKS AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Yenin E.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Karpovich E.B. – master of engineering and technology, senior lecturer of the department of EPE

Annotation. The paper presents a web application with programming tasks, in particular the functionality of the system. Features of the system are free access to all the capability of the service, the presence of games mode for solving tasks.

Keywords: Web application, database, solving tasks, game mode, cross-platform development

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ СЕРВИСА АРЕНДЫ НЕДВИЖИМОСТИ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Баранова А. В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Шупейко И.Г. – канд. психол. наук, доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация: В статье проводится описание разработки веб-приложения сервиса аренды недвижимости. Рассматриваются современные методы решения, требования к реализации. Осуществляется выбор оптимального метода для разработки веб-приложения, анализ эргономических требований к системе. Клиентское приложение разработано на основе фреймворка *Angular*, *NodeJS* и базы данных *MongoDB*.

Ключевые слова: веб-приложение, *Angular 18*, *NodeJS*, *MongoDB*, аренда недвижимости, эргономическое проектирование

Введение. Целью проекта является разработка веб-приложения сервиса аренды недвижимости и его эргономическое обеспечение. Объектом проекта является информационная система, позволяющая осуществлять поиск, создание и управления объявлениями об арендуемых объектах. Особое внимание при проектировании системы уделяется эргономичности системы. Эргономичность системы – это целостная интегративная характеристика, которая формируется из ряда эргономических свойств (управляемости, обслуживаемости, усвояемости и обитаемости), а также групповых и единичных показателей [1].

Основная часть. Информация в современном мире имеет ключевое значение, и глобальная сеть Интернет позволяет находить информацию по любому запросу. Однако, поиск нужной информации не может быть полноценным без ее предварительного анализа, важно уметь фильтровать собранную информацию, находить проверенные и достоверные ресурсы. Продукты, которые позволяют осуществлять поиск по заданным фильтрам, проводить на основе выданной информации анализ и сравнение для выбора лучшего результата, пользуются большим спросом у широкой аудитории пользователей. В сфере аренды недвижимости информационные технологии имеют большую актуальность. В настоящее время люди при поиске информации об аренде недвижимости склонны обращаться именно к глобальной сети Интернет [2], нежели, например, покупать газеты с текстовыми объявлениями, в которых помимо краткости описания, очевидного отсутствия возможности фильтра присутствует еще один значительный минус: отсутствие фотографий объекта. С учетом сказанного было принято решение разработать информационную систему в виду веб-приложения, которое позволяет осуществлять поиск, создание и управление объявлениями об объектах недвижимости, предлагаемых в аренду.

Особое внимание при проектировании веб-приложения было уделено его эргономическому проектированию и разработке пользовательского интерфейса поскольку оно нацелено на пользователей, имеющих недостаточные познания в области информационных технологий.

При проектировании пользовательского интерфейса учитывались следующие критерии: минимальное время выполнения задачи пользователем, минимальное число произвольных ошибок пользователя, минимальная неоднозначность в понимании интерфейса, высокий уровень стандартизации интерфейса. Были разработаны эргономические требования к системе, подразделяемые на следующие группы [3]:

– гигиенические, определяющие безвредные и безопасные условия жизнедеятельности человека, обуславливают роль среды в СЧМС;

- антропометрические, обусловленные анатомическими, морфологическими и биомеханическими характеристиками и свойствами человека;
- физиологические, учитывающие энергетические возможности организма человека по обеспечению требуемых физических усилий в процессе выполнения профессиональных обязанностей, устойчивости к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды;
- психофизиологические, обусловленные возможностями и особенностями органов чувств человека;
- психологические, определяющие соответствие СЧМС и ее элементов психологическим особенностям человека;
- социально- психологические, направленные на предотвращение у групп пользователей систем таких нежелательных социально-психологических явлений как конфликты, борьба за лидерство.

С учетом задач, выполняемых проектируемой системой, а также на основе анализа существующих конкурентных решений, были определены основные функции, которые должна выполнять проектируемая система:

- регистрация пользователя;
- авторизация зарегистрированного пользователя;
- привязка аккаунта к социальным сетям или мессенджерам;
- просмотр всех объявлений;
- просмотр отдельного объявления;
- поиск объявлений по заданным фильтрам;
- поиск объявлений по карте;
- подборка похожих объявлений;
- создание объявления.

В настоящее время все большую популярность при веб-разработке набирают одностраничные приложения *Single Page Application (SPA)*. За последние несколько лет *SPA* получили широкое распространение для создания панелей инструментов приложений, реализованных по форме *Software as a service (SaaS)* [4]. *SPA* подразумевает использование динамически подгружаемых *HTML*-коды, *CSS*-стили и *JavaScript*-код посредством технологии *AJAX*. В результате при обновлении данных веб-страница не перезагружается полностью [5].

В данной работе рассматривается структура компонентов *SPA* на примере диаграммы развертывания *UML* с применением конкретных технологий (рисунок 1).

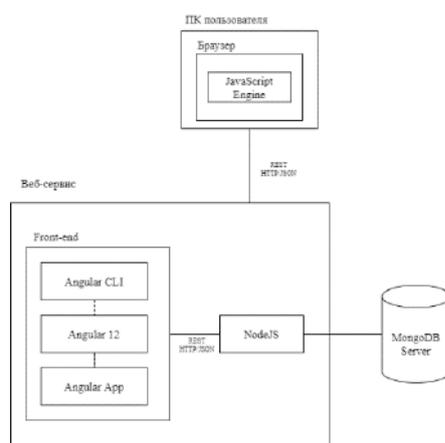


Рисунок 1 – Диаграмма развертывания приложения

SPA обычно взаимодействуют с приложениями на стороне веб-сервера по архитектуре *Representational State Transfer (REST)*. *REST* – это архитектурный стиль взаимодействия компонентов приложения в сети.

Для реализации технологии *SPA* был выбран фреймворк *Angular 12*. Основные возможности *Angular*: двустороннее связывание, позволяющее динамически изменять данные

в одном месте интерфейса при изменении данных модели в другом, шаблоны, маршрутизация и так далее. Одной из ключевых особенностей *Angular* является то, что в качестве языка программирования используется *TypeScript* [6].

В результате эргономического проектирования были разработаны эскизы рабочих окон системы. Эскиз представлен на рисунке 2.

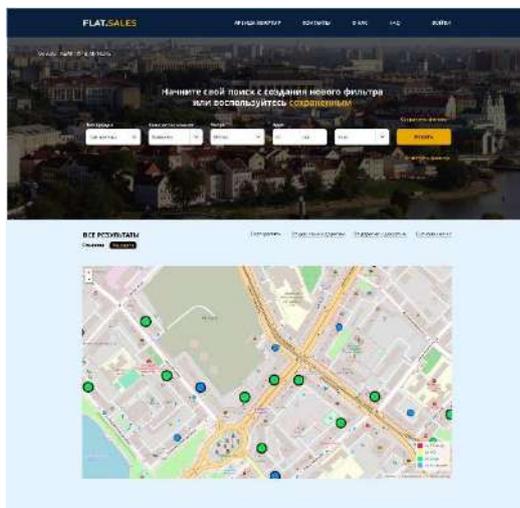


Рисунок 2 – Эскиз окна результатов поиска

Список литературы

1. Шупейко, И.Г. Эргономическое проектирование систем «человек – машина»: пособие / И. Г. Шупейко. – Минск БГУИР, 2017.
2. Мурзаева М.В. Интернет и его роль в современном обществе / Мурзаева М.В., Ермолаева Е.В. // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2015. – Vol. 5, № 12. – Pp. 1477–1477.
3. Проектирование интерфейсов [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/proektirovanie-interfeysov>.
4. Газизуллин Н. И. Разработка клиентской части веб-приложения с использованием технологий SPA. / Газизуллин Н. И., Плецинская И. Е. // StudNet. – 2020 – Vol. 3, № 8 – Pp. 104-110.
5. Alex, banks React and Redux. Functional web development. Guide / banks Alex. - M.: Peter – 2018. – P. 458.
6. Architecture overview [Электронный ресурс] / Angular. – 2016. — Режим доступа :<https://angular.io/guide/architecture>.

UDC [004.73.5:347.453]:331.101.1

DEVELOPMENT OF A WEB APPLICATION OF A REAL ESTATE RENTAL SERVICE AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Baranova H.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Shupeiko I.G. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. The article analyzes the development of a web application of a real estate rental service. Modern solution methods and implementation requirements are considered. The optimal method for the development of a web application is selected, the analysis of ergonomic requirements for the system is carried out. The client application is developed on the basis of the Angular framework, NodeJS and the MongoDB database.

Keywords: Web application, Angular 18, NodeJS, MongoDB, real estate rental, ergonomic design

УДК 004.777:658.871

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ МАГАЗИНА ТЕХНИКИ И ЕГО ЭРГНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Чуешков Е.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Иванова Е.С. – магистр техн. наук, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Веб-приложение магазина техники - это веб-ресурс, подразумевающий собой предоставление возможности пользователю, зашедшему на сайт, не только осуществлять оформление заказа цифровой техники на дом, но также получать подробную информацию и консультацию по каждому товару, и возможность сравнивать интересующую пользователя технику по характеристикам для принятия правильного выбора.

Ключевые слова: информационная система, цифровая техника, оптимизация

Введение. В современном мире просто невозможно представить жизнь без информационных технологий, несмотря на то что в самом недалеком прошлом человек и понятия не имел о них. На данном этапе интернет-магазины набирают большую популярность, так как не требуют столько вложений как обычный физический магазин, а также и у физических магазинов они имеются, что позволяет увеличить количество продаваемого товара. Интернет-магазин помогает решать такие задачи как: получение информации о новой технике, сравнение характеристик товара, приобретение техники, не выходя из дома.

Основная часть. В данной работе разработано веб-приложение магазина техники. Основной задачей приложения является возможность просмотра товаров техники и оформление заказа для покупки товара. Разработанный программный продукт максимально прост и интуитивно понятен в использовании. Все основные действия и запросы к базе данных осуществляются пользователями при помощи взаимодействия с веб-приложением, таким образом скрывая всю сложность реализации системы от пользователя.

Система выполняет следующие задачи:

- предоставление информации о технике и ее характеристиках;
- оформление заказа для покупки товаров;
- сортировка товаров по выбранным категориям и характеристикам для увеличения скорости поиска;
- удобный и понятный для пользователя интерфейс приложения.

Система реализована в виде веб-приложения и включает в себя следующий технологический стек: языки программирования *Python, Django, HTML, CSS*, база данных с использованием *SQLite*.

Алгоритм работы пользователей представлен на рисунке 1.

Заключение. Высокий темп жизни и развитие технологий привели к тому, что люди все чаще прибегают к удобным онлайн-покупкам, а находить нужную по характеристикам технику среди огромного количества товаров практически нереально. Разработанное веб-приложение используется для работы магазинов по продаже техники и его внедрение является обязательным мероприятием.

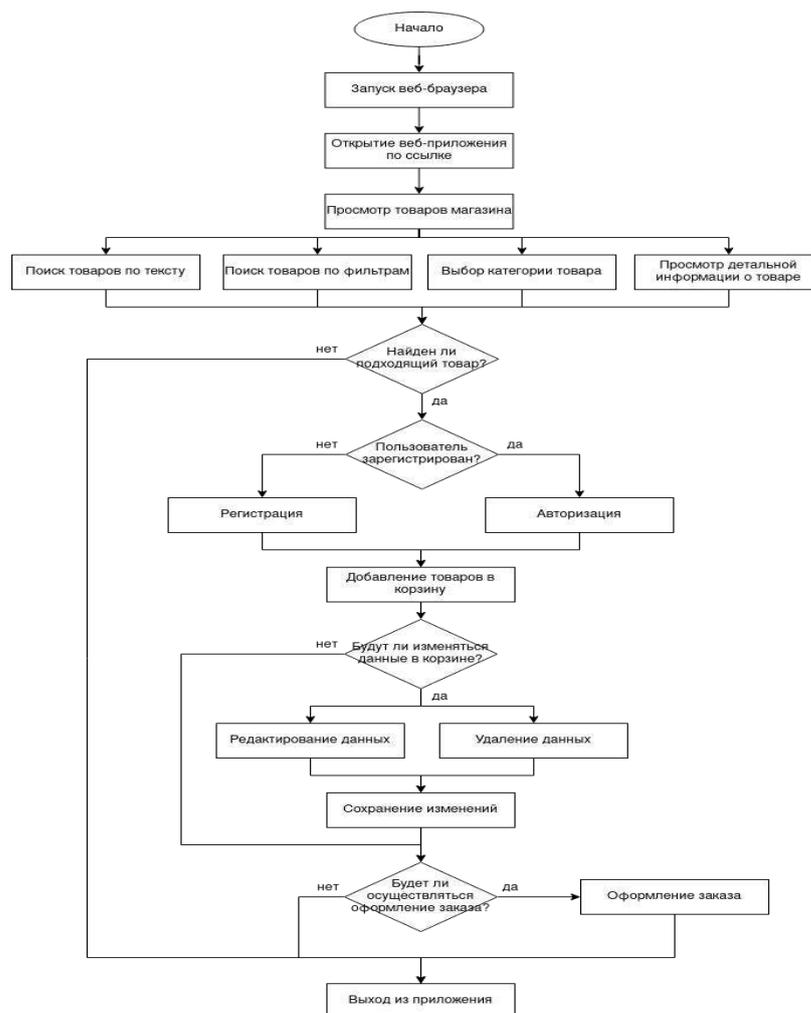


Рисунок 1 – Алгоритм работы пользователей

Список литературы

1. Шупейко И.Г. *Эргономическое проектирование систем «человек–компьютер–среда». Курсовое проектирование : учеб.-метод. пособие / И. Г. Шупейко. – Минск : БГУИР, 2012. – 92с.*
2. Эрик Дж. Брауде *«Технология разработки программного обеспечения». СПб: «Издательский дом Питер», 2004.*
3. Казарин, О. В. *Надежность и безопасность программного обеспечения : учеб.пособие для бакалавриата и магистратуры / О. В.Казарин, И. Б. Шубинский. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 342 с.*

UDC 004.777:658.871

THE WEB APPLICATION OF THE HARDWARE STORE AND IT'S ERGONOMIC SUPPORT

Chueshkov E.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Ivanova E.S. - master of technical science, assistant of the department EPE

Annotation. The web application of the hardware store is a web resource that implies enabling the user who visits the site not only to place an order for digital equipment at home, but also to receive detailed information and advice on each product, and the ability to compare the equipment of interest to the user by characteristics to make the right choice.

Keywords: information system, digital technology, optimization

УДК 658.81

ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ МАГАЗИНА СЛАДОСТЕЙ

Дащинская А.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Пилиневич Л.П. – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры ИПиЭ

Аннотация. Цель проекта – разработка виртуальной торговой площадки для магазина сладостей. Разработанная система призвана сократить время, затрачиваемое покупателем и продавцом на формирование и обработку заказа, а также систематизировать информацию, хранящуюся в базе данных и на бумажных носителях магазина.

Ключевые слова: веб-приложение, виртуальная торговая площадка, электронная коммерция, *JavaScript, Node.js, Postgress*

Введение. По мере развития информационных технологий электронная коммерция все больше становится неотъемлемой частью жизни каждого человека. Огромное количество людей отдает предпочтение заказам товаров онлайн, так как это существенно экономит время. В текущей ситуации, в период возникновения новых вирусов, наличие виртуальной торговой площадки необходимо для ведения любого бизнеса, это позволит избежать существенных потерь в доходах предприятия, а также позволит привлечь новых покупателей.

Объектом разработки является веб-приложение магазина сладостей, которое представляет собой компьютерную систему, обеспечивающую бесконтактное взаимодействие клиента с продукцией магазина.

Спроектированная система решает следующие задачи: информационное обслуживание покупателя, посредством предоставления актуальных данных о продукции и акциях магазина; обработка поступающих заказов, посредством предоставления администратору системы данных о заказах.

Удобный дизайн и гибкий интерфейс, упрощенная функция оформления заказа, отсутствие карточек с продукцией недоступной к заказу, наличие возможности удаления аккаунта самим пользователем – преимущества системы по сравнению с ее аналогами.

Основная часть. Разработка приложения основывалась на клиент-серверном подходе проектирования архитектуры, с использованием языка программирования *JavaScript*, среды выполнения *Node.js* и СУБД *Postgresql* в среде разработки *Visual Studio*.

В системе присутствуют функции: авторизация пользователя (позволяет пользователю просматривать список сделанных заказов, список желаемых товаров и корзину); оформление пользователем заказов на товары в корзине (в независимости от авторизации пользователя позволяет совершать заказы); изменение авторизационных данных пользователя (дает возможность изменить пароль, логин, номер телефона пользователя); поиск информации по ключевым словам (позволяет пользователю найти интересующую его информацию); изменение адреса доставки в заказе пользователем (позволяет изменить адрес доставки заказа, если он еще не отправлен); обращение пользователя в службу поддержки (позволяет пользователю оставить свое сообщение для администратора посредством заполнения специальной формы); удаление аккаунта пользователем (позволяет самостоятельно удалить пользователю свой аккаунт); удаление информации о продукции и пользователях администратором (позволяет администратору удалять неактуальную информацию о товарах и пользователях); добавление информации о продукции и пользователях администратором (позволяет администратору добавлять новую информацию о товарах и пользователях); редактирование информации о продукции администратором (позволит администратору изменять характеристики товаров); редактирование заказов администратором (позволит администратору изменить статус заказа или отредактировать необходимую информацию по

запросу пользователя); добавление заказов администратором (позволит администратору создать новый заказ по запросу пользователя); удаление заказов администратором (позволит администратору удалить заказ по запросу пользователя); просмотр заказов администратором (позволит администратору просматривать поступающие заказы с целью дальнейшей передачи информации для сборки заказа).

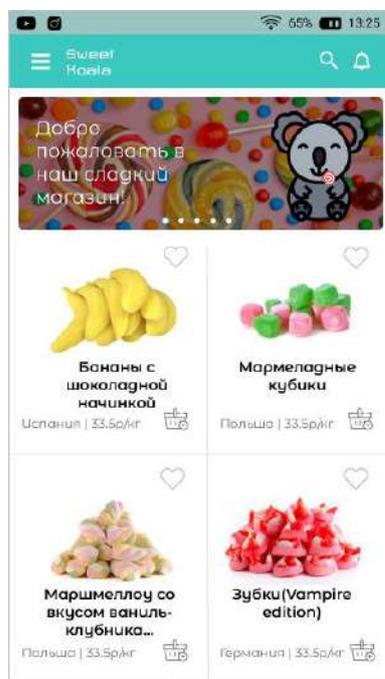


Рисунок 1 – Прототип главной страницы мобильной версии приложения

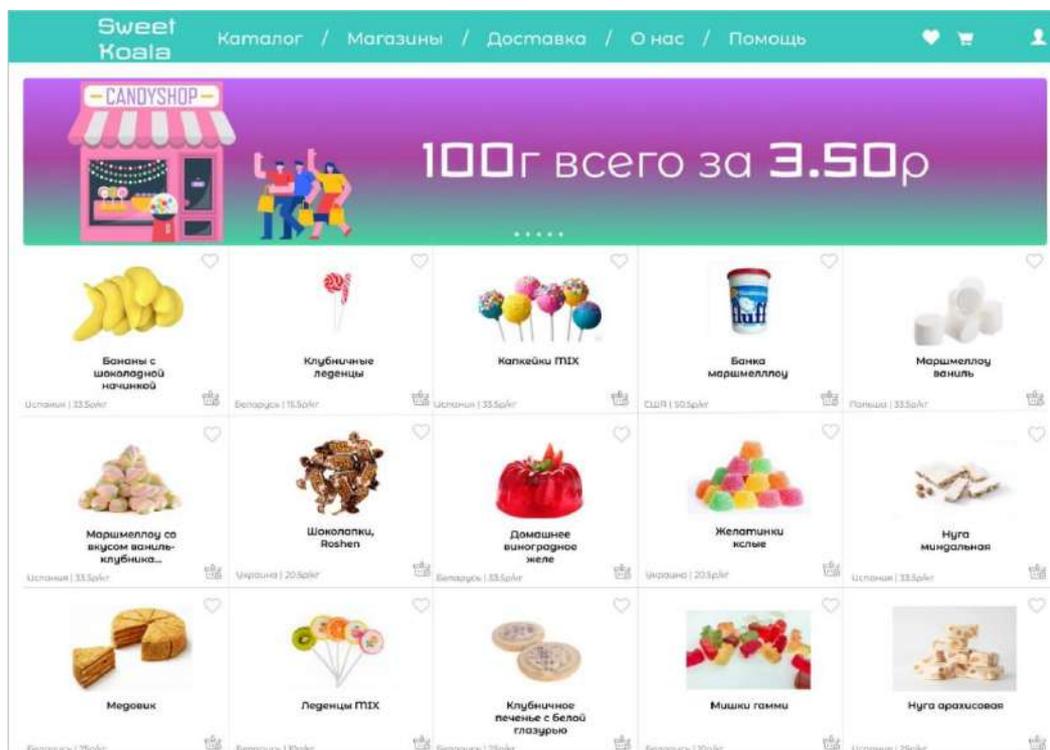


Рисунок 2 – Прототип главной страницы компьютерной версии приложения

Заключение. В процессе разработки были выделены задачи системы «человек-компьютер-среда», изучены аналоги разрабатываемой системы, подобран список необходимой литературы и совершен анализ основных функций системы. По результату

реализации системы получили упрощенную функцию оформления заказа, сокращение времени на обработку заказа, возможность предоставления актуальной информации пользователю, систематизацию имеющихся данных в приложении.

Список литературы

1. Шупейко, И.Г. *Эргономическое проектирование систем «человек – машина»: пособие* /И. Г. Шупейко. – Минск БГУИР, 2017 — 92 с.
2. Шупейко, И. Г. *Эргономическое проектирование систем «человек–компьютер–среда». Курсовое проектирование* / Шупейко, И.Г. – Минск: БГУИР, 2012– 110 с.
3. *Статья «Пользовательский интерфейс»* / <https://askusers.ru/blog/obuchenie/polzovatel'skiy-interfeys/>
4. Бен Фрейн *HTML5 и CSS3. Разработка сайтов для любых браузеров и устройств.* — СПб.: Питер, 2014. — 304 с.
5. Хавербеке Марейн *Выразительный JavaScript. Современное веб-программирование.* 3-е изд. – СПб.: Питер, 2019. – 480 с.

UDC 658.81

ERGONOMIC DESIGN OF WEB-APPLICATION FOR CANDY STORE

Dashchynskaya A.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Pilinevich L.P. – Dr. Tech. Sc., full professor, professor of the department of EPE

Annotation. Goal of the project is to develop a virtual marketplace for a candy store. Developed system is designed to reduce time spent by customer and seller on formation and processing the order, and also systematize information stored in the store database and on papers

Keywords: Web-application, virtual marketplace, e-commerce, JavaScript, Node.js, Postgresql

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДИЗАЙН-СТУДИИ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Детнер К.С.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники.
г Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Пилиневич Л.П. – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры ИПиЭ

Аннотация: В статье проводится описание разработки веб-приложения дизайн студии. Рассматриваются современные методы проектирования, требования к реализации. Осуществляется выбор оптимального метода для разработки веб-приложения, анализ эргономических требований к системе.

Ключевые слова: веб-приложение, эргономическое проектирование, *Figma, Tilda, Zeplin*

Введение. В связи с развитием высокоскоростных коммуникаций, т.е. Интернета произошел огромный скачок в развитии областей дизайна. Закономерно увеличилось и количество предложений об услугах, в общем появились новые возможности развития как для людей, связанных с ним и ищущих работу, так и для людей далёких от него, но которым нужны профессионалы своего дела.

Интернет открыл огромнейшие возможности. Множество областей в дизайне появились только благодаря ему. Это дизайн баннеров, дизайн сайтов – всё то, что каким-либо образом связано с веб-разработками.

Основная часть. Целью данной работы является создание веб-приложения для дизайн-студии для автоматизации и упрощения поиска клиентов. Система представляет из себя платформу, где пользователь имеет возможность просматривать портфолио студии, оформлять заявку на проект у студии, приобрести фирменную продукцию студии или ознакомиться с учебным материалом.

Алгоритм работы пользователя представлен на рисунке 1.

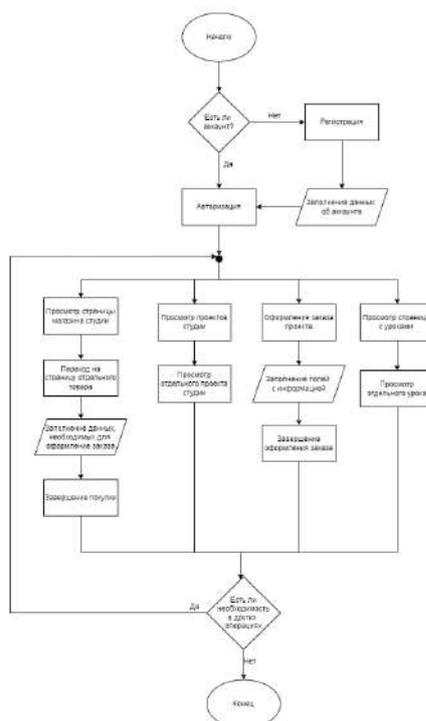


Рисунок 1 – Смеха алгоритма работы пользователя

Проектируемая система выполняет следующие задачи:

- предоставление информации об работах студии;
- предоставление информации о товарах студии;
- принимать заказы и покупки пользователей.

Исходя из анализа поставленных задач, сравнения с существующими конкурентными ресурсами, определились основные функции, которые должна выполнять проектируемая система:

- регистрация пользователя;
- авторизация зарегистрированного пользователя;
- привязка аккаунта к социальным сетям или мессенджерам;
- отправка актуальных объявлений в виде личных сообщений;
- просмотр всех работ;
- просмотр отдельного проекта;
- просмотр уроков дизайна;
- просмотр товаров в магазине студии;
- просмотр свободных вакансий.
- обработка обращений в службу поддержки администратором.

Модуль администратора должен обладать следующими функциями:

- добавление новых работ студии;
- добавление новых товаров в магазин студии;
- редактирование информации;
- обработка заявок пользователей;
- модерация отправленных форм обратной связи.

Основным инструментом, выбранными для проектирования дизайна стал *Figma*. Для создания веб-приложения были использованы инструменты *Zeplin* и *Tilda*.

Прототип начальной страницы представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Прототип начальной страницы

Заключение. В результате эргономического проектирования были определены функции проектируемой системы, выполнено их распределение между исполнителями,

разработаны алгоритмы работы пользователей, сформулированы эргономические требования к пользовательскому интерфейсу, разработаны эскизы его экранных форм, а также проведена оценка его эргономичности. Этап эргономического проектирования позволил спроектировать удобный и эффективный интерфейс приложения.

Список литературы

1. Шупейко, И. Г. Эргономическое проектирование систем «человек–компьютер–среда». Курсовое проектирование / Шупейко, И. Г. – Минск: БГУИР, – 2012–112с.
2. Окунев А. «Руководство по Figma» / А. Окунев: 2019. – 223 с.
3. Федоренко Е. «Designing in Figma» / Е. Федоренко: 2020– 142 с.

UDC 7.05

DEVELOPMENT OF A WEB-APPLICATION OF THE DESIGN STUDIO AND IT'S ERGONOMIC DESIGN

Detner K.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Pilinevich L.P. – Dr. Tech. Sc., full professor, professor of the department of EPE

Annotation. The article describes the development of a web application design studio. Modern design methods, implementation requirements are considered. The choice of the optimal method for developing a web application is carried out, the analysis of ergonomic requirements for the system is carried out.

Keywords: web application, ergonomic design, Figma, Tilda, Zeplin

УДК 004.777:331.101.1

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Кисель М.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Хлудеев И.И. – канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Грузоперевозки – процесс, в результате которого совершается перемещение (транспортировка) с места на место каких-либо объектов при помощи транспорта.

Ключевые слова: веб-приложение, грузовые перевозки

Введение. Целью работы является разработка веб-приложения для грузовых перевозок, позволяющее повысить эффективность работы служб доставки, а также ускорить процесс оформления заказа для пользователя.

Перевозка грузов имеет очень глубокие исторические корни и постоянно совершенствовалась за всю историю существования человеческой цивилизации. Однако основные свои черты грузоперевозки сохранили со времен античности до наших дней. Во все времена перевозка грузов имела исключительно важное значения для развития цивилизации, экономики государств и регионов. История грузоперевозок – это постоянный процесс совершенствования способов и технологий доставки грузов. Человеческий разум развивал всё - и методы транспортировки, и способы складирования, и варианты упаковки товаров, и информационное обеспечение грузоперевозок. Из-за большей компьютеризации населения люди ожидают у компании как минимум наличие сайта с контактной информацией, а в идеале сайт с возможностью расчёта стоимости перевозки, выбора автомобиля и водителя, оставить заказ без необходимости звонить в компанию. Каждый человек дорожит своим временем, а данное приложение позволит произвести онлайн заказа в любое время суток из любой точки мира. Таким образом, данный проект идеально подходит для малого и среднего бизнеса.

Основная часть. Разработанное веб-приложение для грузоперевозок предоставит возможность пользователям рассчитать стоимость заказа по выбранным параметрам, а водителям брать заказы, что приводит к избавлению от необходимости иметь оператора в компании.

При создании веб-приложения были выделены следующие показатели эффективности:

- автоматизация оформления заказа;
- повышение производительности водителей решивших взять заказ;
- улучшение взаимодействия с пользователями.

Указанные показатели отражают цель – создание веб-приложения для грузоперевозок, позволяющее повысить эффективность и обеспечить эргономичность процесса взаимодействия пользователей. Таким образом, разработанное приложение призвано помочь потенциальным пользователям быстро оформить и рассчитать цену заказа или же водителю выбрать заказ.

Для достижения поставленной цели были реализованы следующие задачи:

- выполнен аналитический обзор научной и технической литературы по проблемам эргономического проектирования и оценки образовательных информационных систем;
- осуществлен сравнительный анализ аналогичных веб-приложений;
- определены основные направления автоматизации в рамках темы проекта;
- разработаны эргономические требования для оптимизации деятельности пользователей;
- выполнено проектирование веб-приложения для грузоперевозок с учетом эргономических требований.

Так же была проведена работа по анализу уже существующих аналогов, было выделено, что аналоги приложения, как правило, не обладают следующим набором функционала: расчёт стоимости заказа относительно расстояния и веса груза, редактирование заказов, возможность водителям брать заказы самостоятельно.

Прототип приложения, отображающий оформление заказа, представлен на рисунке 1.

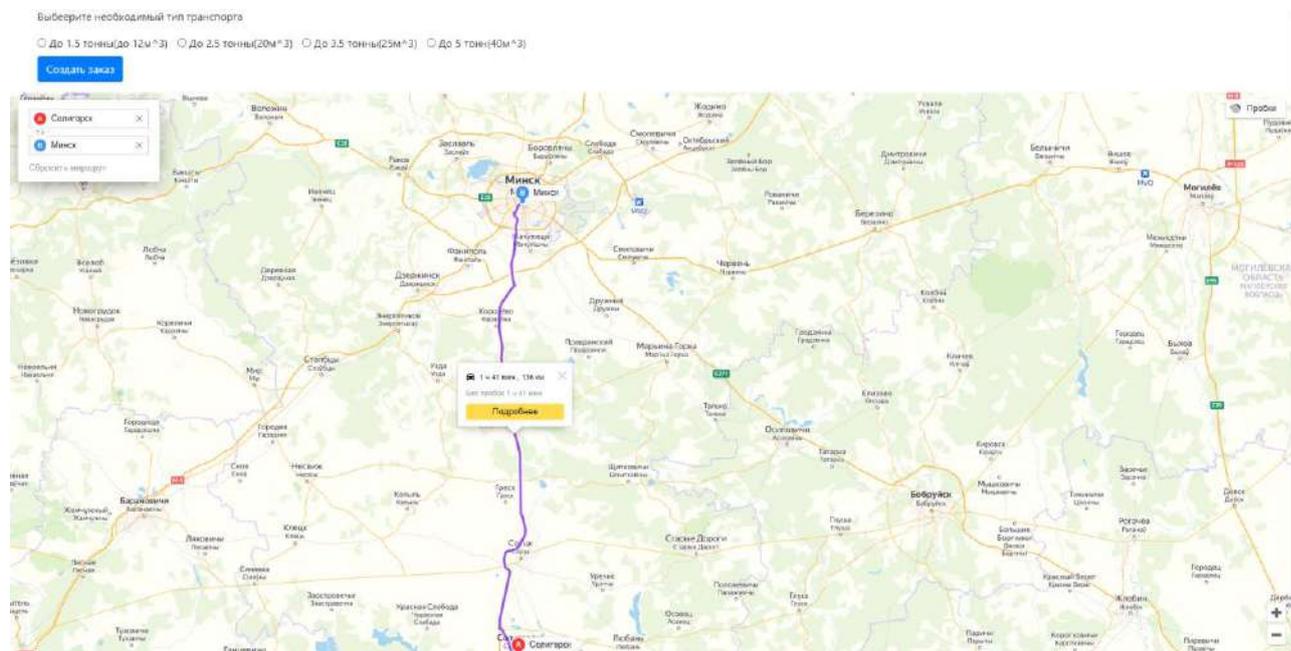


Рисунок 1 – оформление заказа

Заключение. Система реализована в виде веб-приложения на основе архитектурного шаблона MVC[2] со следующим технологическим стеком: язык программирования Java, реляционные базы данных (MySQL), клиент-серверная архитектура и объектно-ориентированное программирование.

Список использованных источников

- 1.Пронькина В. А. Электронные библиотеки: вчера, сегодня, завтра. [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/elektronnye-biblioteki-vchera-segodnya-zavtra>. – Дата доступа : 01.02.21.
- 2.Model-View-Controller [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <https://ru.hexlet.io/blog/posts/cto-takoe-mvc-rasskazyvayem-prostymi-slovami> – Дата доступа : 01.02.21.

UDC 004.777:331.101.1

DEVELOPMENT OF THE WEB APPLICATION FOR CARGO TRANSPORTATION AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Kisel M. S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Khludkev I.I. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. Cargo transportation is a process as a result of which the movement (transportation) from place to place of any objects using transport is performed.

Keywords: cargo transportation, web application

УДК 004.42:331.101.1+534.44

ПЛАГИН ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ЗВУКОВОЙ РАБОЧЕЙ СТАНЦИИ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Конюшик Н.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: Карпович Е.Б. – магистр техники и технологии, старший преподаватель
кафедры ИПиЭ*

Аннотация. Выполнено эргономическое проектирование плагина, выполняющего функцию эквализации. Преимуществами разработанной системы являются: простота работы с системой, возможность интегрирования в различные цифровые звуковые рабочие станции.

Ключевые слова: плагин, цифровая звуковая рабочая станция, эквализация, *vst*

Введение. При аудиозаписи, прослушивании или звукоусилении в залах и на открытых площадках используют различные эквалайзеры, позволяющие проводить частотную коррекцию. Многие музыканты используют эквалайзер для получения неповторимого звучания своих инструментов, а также особых эффектов, связанных с ярким выделением специфических частотных полос [1]. Эквалайзер повышает качество восприятия звуковой программы, поэтому он является неотъемлемым звеном современных систем высококачественного звуковоспроизведения.

Основная часть. Плагин – независимо компилируемый программный модуль, динамически подключаемый к основной программе и расширяющий её возможности. В данном проекте в качестве основной программы выступает цифровая звуковая рабочая станция (ЦЗРС). Плагин же выполняет функцию эквализации.

Эквализация – процесс обработки звукового сигнала, заключающийся в корректировке амплитуды или изменении отношения частот. Эквализация может применяться как для решения частотных конфликтов между инструментами при сведении, так и для придания тембру звука определённых характеристик в художественных целях.

Целью проекта является расширение функций цифровой звуковой рабочей станции. Объектом исследования в данной работе является плагин для ЦЗРС, а предметом исследования – технологии разработки плагинов и принципы проектирования эргономичных пользовательских интерфейсов.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи:

- исследовать существующих конкурентов для данного плагина;
- разработать эргономические требования для оптимизации пользовательского интерфейса;
- выполнить проектирование и реализацию плагина, с учетом эргономических требований;
- плагин должен интегрироваться в ЦЗРС в формате *VST*.

Для достижения поставленных задач разработан следующий функционал приложения:

- редактирование низких частот;
- редактирование верхних частот;
- редактирование положения и склона усиления/ослабления определённых частот;
- интерактивное реагирование спектрального анализатора на изменения доступных характеристик;
- воспроизведение частотной характеристики проигрываемой звуковой дорожки в реальном времени;

В ходе выполнения эргономического проектирования, разработаны алгоритмы работы пользователя, диаграмма вариантов использования, структурная схема взаимодействия пользователей со средой, определены эргономические требования к информации, предъявляемой пользователю, составлен сценарий информационного взаимодействия пользователя и компьютера, проведена эргономическая оценка пользовательского интерфейса.

Помимо интеграции плагина с ЦЗРС, есть возможность его открытия в виде отдельного приложения, однако для полноценной работы требуется интеграция со средой, способной передать аудиоинформацию плагину. В качестве такой среды может выступать *Audio Plugin Host* фреймворка *JUCE*.

На рисунке 1 представлена диаграмма вариантов использования плагина.

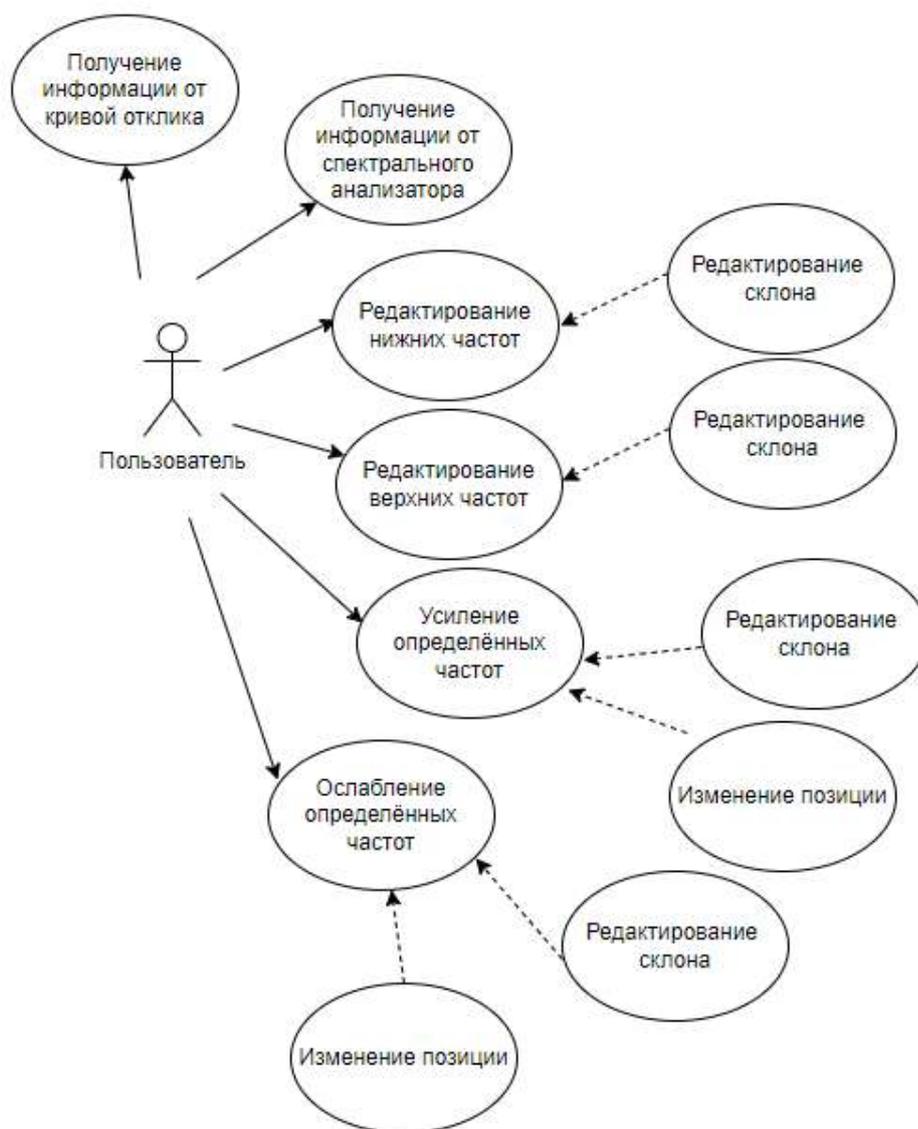


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования плагин

При разработке данного плагина использовались операционная система *Windows* и язык программирования *C++* с фреймворком *JUCE*.

Особенностью фреймворка *JUCE* по сравнению с другими аналогичными фреймворками – большой набор аудиофункций. *JUCE* включает в себя поддержку воспроизведения звука через аудио и *MIDI* интерфейсы, полифонические синтезаторы, понимает файлы

распространённых аудиоформатов. Он также содержит интерфейсы-оболочки для построения аудио плагинов [2].

Данный плагин разработан в формате *Virtual Studio Technology (VST)*. VST – формат зависимых от среды выполнения плагинов реального времени, которые подключаются к звуковым редакторам, секвенсорам, цифровым звуковым рабочим станциям. Основное достоинство VST-плагинов – простота подключения и хранения, удобство в работе [3].

Заключение. В результате проектирования был создан VST-плагин, выполняющий функции эквализации. Эргономическое удобство данной системы выражено в легкодоступном расположении элементов управления, а также наличии спектрального анализатора, позволяющего пронаблюдать в реальном времени за изменением относительного распределения энергии в полосе частот.

Список литературы

- 1.Эквализация [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://wikisound.org/%D0%AD%D0%BA%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F>
- 2.Juce [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Juce>
- 3.Virtual Studio Technology [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Virtual_Studio_Technology

UDC 004.42:331.101.1+534.44

PLUGIN FOR DIGITAL AUDIO WORKSTATION AND ITS ERGONOMIC SOFTWARE

Kaniushyk N.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Karpovich E.B. – master of engineering and technology, senior lecturer of the department of EPE

Annotation. The paper considers the process of ergonomic design of a vst-plugin that performs function of equalization. Advantages of developed system are ease of use of the system, possibility of integration with different digital audio workstations.

Keywords: Plugin, digital audio workstation, equalization, vst

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ БИБЛИОТЕКИ МУЛЬТИПЛИКАЦИОННЫХ ЖУРНАЛОВ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Храмович Е.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Андриалович И.В. – магистр техники и технологий, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Целью проекта является создание веб-приложения для чтения комиксов из электронной библиотеки и его эргономическое обеспечение. При поиске и анализе существующих веб-приложений для чтения комиксов был выявлен ряд упущений и несовершенство подачи информации. Данная система предоставляет пользователю удобную библиотеку для чтения комиксов, а также для комфортного мониторинга выхода новых глав.

Ключевые слова: комиксы, чтение, веб-приложение

Введение. В последнее время комиксы становятся более популярными. По сравнению с обычными книгами комиксы имеют ряд преимуществ: из-за наличия изображений можно увидеть, как автор хочет показать мир и персонажей, а читателю проще визуализировать произведение у себя в голове. В связи с развитием информационных технологий многие отрасли литературы также имеют представление в электронном виде.

Но удобных сайтов для чтения комиксов почти не представлено на рынке. Поэтому было принято реализовать веб-приложение библиотеки для комиксов.

Веб-приложение будет выполнять функции электронной библиотека, а также добавление определённого комикса в закладку и получения графического уведомления о выходе новых глав комиксов, которые были добавлены в закладки.

Основная часть. При создании конкурентоспособного продукта, необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать существующие аналоги;
- спроектировать систему, выделив необходимые функции и определив их эргономические свойства;
- разработать систему
- провести тестирование системы.

Информационная структура проектируемой системы представлена на рисунке 1:

Диаграмма вариантов использования для пользователя без привилегий представлена на рисунке 2.



Рисунок 1 – Структура информационной системы веб-приложения для подбора одежды согласно прогнозу погоды

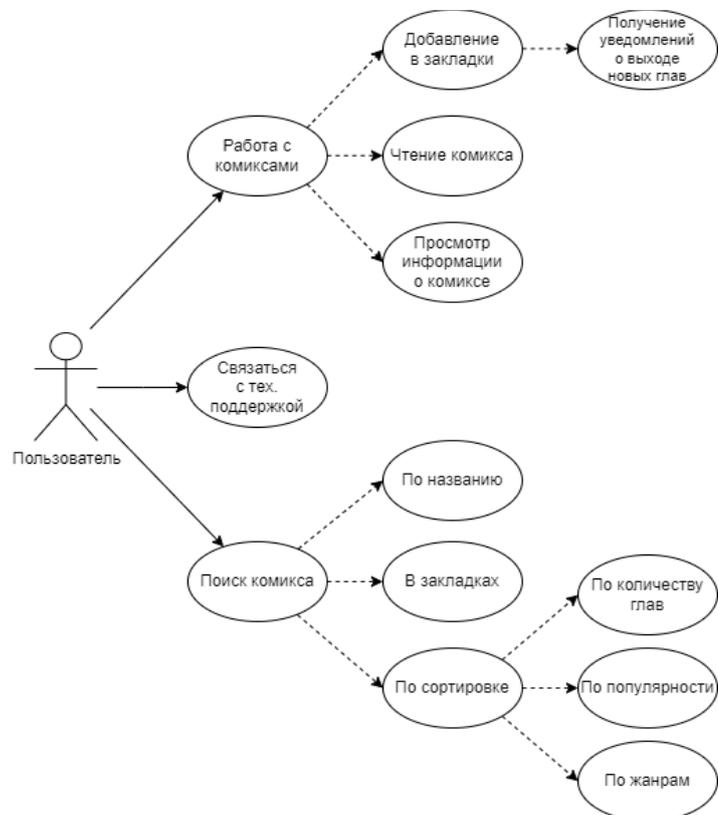


Рисунок 2 – Диаграмма вариантов использования в режиме «Пользователь»

Разрабатываемая система была разбита на функциональные модули, порядок тестирования которых представлен ниже (таблица 1):

Таблица 1 – Последовательность тестирования ФБ МК

№ тестовой программы	Область тестирования
ТП1	тестирование сортировки
ТП2	тестирование поиска
ТП3	тестирование чтения комикса
ТП4	тестирование закладок и уведомлений о выходе новой главы

Заключение. В ходе анализа рынка и просмотра существующих аналогов системы было предложено веб-приложение электронной библиотеки комиксов.

Для разработки веб-приложения были выбраны языки программирования: для клиентской стороны *JavaScript* с библиотекой *React*, а для серверной стороны *C#*.

JavaScript – мультипарадигменный язык программирования. Поддерживает объектно-ориентированный, императивный и функциональный стили[1].

React – *JavaScript*-библиотека с открытым исходным кодом для разработки пользовательских интерфейсов[2].

C# – объектно-ориентированный язык программирования[3].

Разработка преимуществ системы перед существующими аналогами, составление функций с определением эргономических свойств и полное тестирование системы позволяет утверждать о высокой конкурентной способности продукта на рынке.

Список литературы

1. Wikipedia [Электронный ресурс] – 2016. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/JavaScript> – Дата доступа: 30.03.2022
2. Wikipedia [Электронный ресурс] – 2018. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/React> – Дата доступа: 30.03.2022
3. Wikipedia [Электронный ресурс] – 2016. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/C_Sharp – Дата доступа: 30.03.2022

UDC [004.774:087.5]+331.101.1

WEB APPLICATION OF ELECTRONIC LIBRARY CARTOON MAGAZINES AND ITS ERGONOMIC SOFTWARE

Khramovich E.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Andrialovich I.V. – master of engineering and technology, assistant at the department of EPE

Annotation. The goal of the project is to create a web application for reading comics from the electronic library and its ergonomic support. When searching and analyzing existing web applications for reading comics, a number of omissions and imperfections in the presentation of information were identified. This system provides the user with a convenient library for reading comics, as well as for comfortable monitoring of the release of new chapters.

Keywords: comics, reading, web application

УДК [004.774:646.4]+331.101.1

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПОДБОРА ОДЕЖДЫ СОГЛАСНО ПРОГНОЗУ ПОГОДЫ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Хвалько И.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Андриалович И.В. – магистр техники и технологий, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. При поиске и анализе существующих веб-приложений прогнозов погоды был выявлен ряд упущений и несовершенство подачи информации. Предложено веб-приложение, которое обеспечит удобную подачу информации пользователям, а также, помимо основного функционала, отобразит наиболее подходящую одежду для пребывания на улице в текущих погодных условиях.

Ключевые слова: прогноз погоды, одежда по погоде, веб-приложение

Введение. Жизнь человека с каждым днем становится все проще и проще. Какой смысл от подробных погодных условий, если пользователь в большинстве своем пытается узнать температуру и влажность для того, чтобы решить какую одежду надеть, чтобы чувствовать себя комфортно. Решения проблемы, видится в создании уникального приложения, позволяющего отображать подходящий образ одежды под данную погоду, чтобы чувствовать себя комфортно.

Веб-приложение выполняет функции обычного приложения прогноза погоды, но отображаться будут лишь базовые параметры погоды, чтобы обычный человек быстро получил необходимую информацию и не запутался в интерфейсе. Данное веб-приложение выполнено с применением адаптивности и отзывчивости, чтобы пользователь мог зайти на него и с компьютера, и с планшета, и с телефона.

Основная часть. При создании конкурентоспособного продукта, необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать существующие аналоги;
- спроектировать систему, выделив необходимые функции и определив их эргономические свойства;
- разработать систему
- провести тестирование системы.

Информационная структура проектируемой системы представлена на рисунке 1:

Разрабатываемая система включает в себя один модуль – модуль «Пользователь». Диаграмма вариантов использования представлена на рисунке 2.



Рисунок 1 – Структура информационной системы веб-приложения для подбора одежды согласно прогнозу погоды

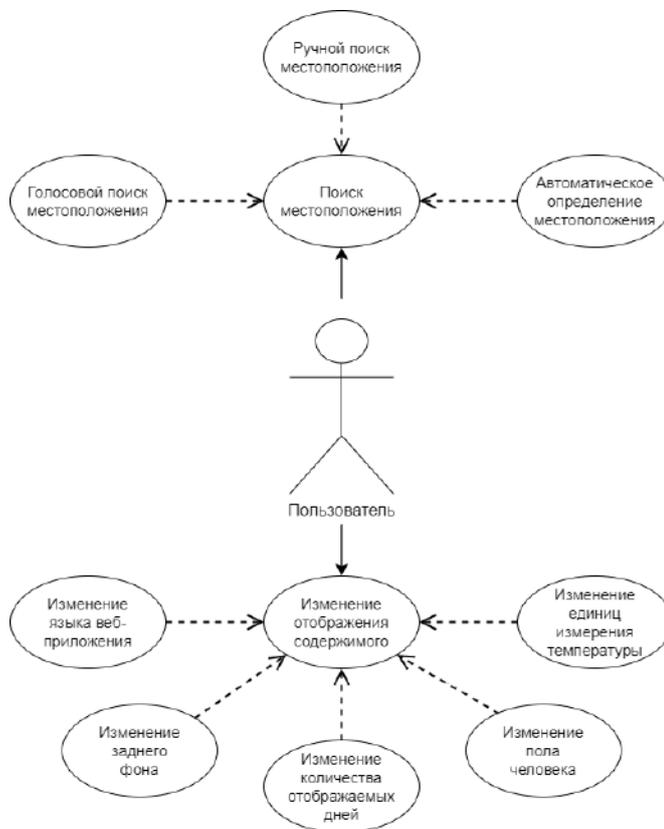


Рисунок 2 – Диаграмма вариантов использования

Разрабатываемая система была разбита на функциональные модули, порядок тестирования которых представлен ниже (таблица 1):

Таблица 1 – Последовательность тестирования ФБ МК

№ тестовой программы	Область тестирования
ТП1	тестирование поиска
ТП2	тестирование кнопок изменения отображения информации
ТП3	тестирование алгоритмов отображения одежды согласно прогнозу погоды

Заключение. В ходе анализа рынка и просмотра существующих аналогов системы было предложено кроссбраузерное веб-приложение подбора одежды согласно прогнозу погоды

Для разработки веб-приложения были выбраны языки программирования:

JavaScript – мультипарадигменный язык программирования. Поддерживает объектно-ориентированный, императивный и функциональный стили[1].

React – *JavaScript*-библиотека с открытым исходным кодом для разработки пользовательских интерфейсов[2].

Разработка преимуществ системы перед существующими аналогами, составление функций с определением эргономических свойств и полное тестирование системы позволяет утверждать о высокой конкурентной способности продукта на рынке.

Список литературы

1. Wikipedia [Электронный ресурс] – 2016. – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/JavaScript> – Дата доступа : 29.03.2022
2. Wikipedia [Электронный ресурс] – 2017. – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/React> – Дата доступа : 29.03.2022

UDC [004.774:646.4]+331.101.1

WEB APPLICATION FOR CLOTHING ACCORDING TO THE WEATHER FORECAST AND ITS ERGONOMIC SOFTWARE

Khvalko I.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Andriylovich I.V. – master of engineering and technology, assistant of the department of EPE

Annotation. When searching and analyzing existing web applications for weather forecasts, a number of omissions and imperfections in the presentation of information were identified. A web application has been proposed that will provide convenient information to users, and, in addition to the main functionality, will display the most suitable clothes for being outdoors in the current weather conditions.

Keywords: weather forecast, clothing by weather, web application

TESLA. ЭЛЕКТРОМОБИЛИ. ЛИТИЙ-ИОННЫЙ АККУМУЛЯТОР

Кузьмич К.Л. Искрова А.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Цявловская Н.Ю. – магистр техн. наук, старший преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В данной работе решалась задача поиска и сбора информации об осведомленности людей касательно вреда экологии, приносимого электрокарами.

Ключевые слова: экология, электромобили, автомобили, *Tesla*, литий-ионный аккумулятор

Введение. В большинстве современных моделей современных мобильных телефонов установлены литий-ионные аккумуляторы. Они выделяются доступным производством, хорошей работоспособностью и относительно средней скоростью износа. Однако существует множество опасностей, которые литий-ионные аккумуляторы представляют для экологии.

Основная часть. Электромобили действительно ничего не сжигают. И в этом отношении в чистую выигрывают у традиционных авто. Ноль выбросов парниковых газов — это лучше, чем даже самые маленькие показатели у самых экологичных современных авто.

Однако Джарод Кори Келли, главный аналитик энергетических систем в Арагонском центре, сказал, что производство электромобилей в сумме генерирует больше углерода, чем автомобили с двигателями внутреннего сгорания. Это происходит, в основном, за счет добычи и обработки минералов для батарей электромобилей и производства элементов питания.

Анализ *Reuters* показал, что при производстве электрического седана среднего размера выделяется 47 грамм углекислого газа (CO_2) на милю в процессе добычи и производства, или более 8,1 млн грамм, прежде чем он попадет к первому покупателю. Почти половина приходится на процесс производства батарей.

Для сравнения: аналогичный бензиновый автомобиль генерирует 32 грамм на милю, или более 5,5 млн грамм до покупки.

Несмотря на рост интереса к электрокарам, их количество в мире, по сравнению с автомобилями с ДВС, пока крайне мало. В 2018 году во всем мире было продано 996 557 электромобилей.

Таким образом, переход на электромобили будет иметь экологический эффект только в случае изменения энергетического микса европейских стран в сторону использования безуглеродных источников энергии, заключают авторы из Института экономических исследований IFO.

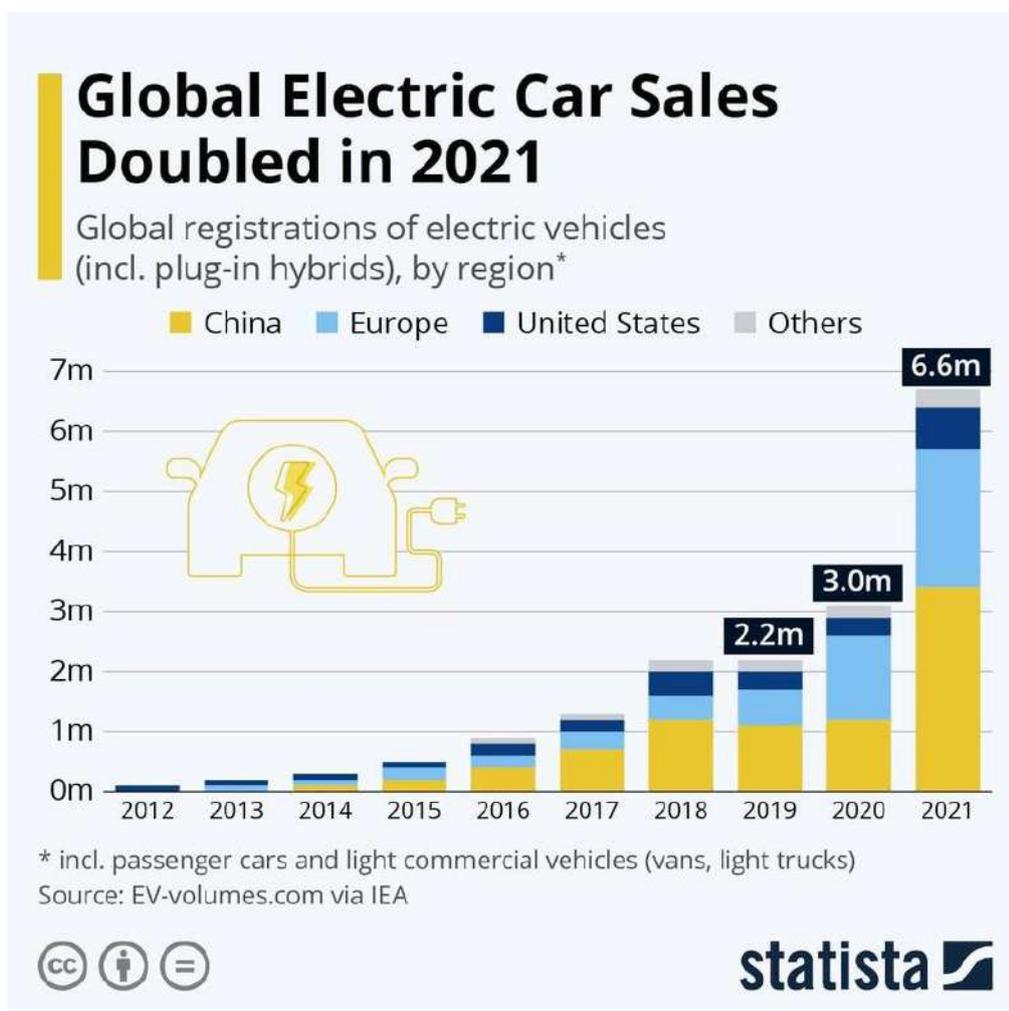


К «зеленым» источникам энергии относят не только метан, но и ядерные, так как атомные станции имеют низкий показатель выброса CO_2 . По данным Международного

энергетического агентства, все атомные станции, работающие в мире, за последние 45 лет предотвратили выбросы 65 гигатонн CO_2 . Российские АЭС за год предотвращают выбросы 811 млн тонн CO_2 – это соответствует количеству выбросов, которые все автомобили России дают за шесть лет эксплуатации.

Однако сейчас мощности электростанций, работающих на ископаемом топливе (нефть и нефтепродукты, природный газ и уголь), составляют 67% в общем энергетическом балансе, то есть две трети. Для улучшения экологической ситуации в мире это соотношение нужно менять, в том числе и с помощью концепции «зеленого квадрата», представленной Росатомом в 2017 году. Она подразумевает необходимость ускоренного развития гидроэнергетики, энергетики ветра и солнца, атомной энергетики. Эта четверка использует технологии, при которых тепловые выбросы и образование углекислого газа равны нулю.

Продажи электромобилей в мире удвоились до 6,75 млн штук. В начале февраля 2022 года были обнародованы данные Международного энергетического агентства (*International Energy Agency*), согласно которым в 2021 году в мире было продано около 6,75 млн электромобилей, что на 120% больше, чем в 2020-м.



Этот рост эксперты связали с расширением модельного ряда, развитием инфраструктуры в виде зарядных станций, а также предоставлением субсидий связанных с отказом властей государств от двигателей внутреннего сгорания.

В отчете *IEA* отмечается, что рынок мог вырасти еще сильнее, но дефицит компонентов для производства аккумуляторов, серьезно ограничил возможности производителей. По оценкам *IEA*, на февраль 2022 года на дорогах находится около 16 млн электромобилей, это 8,57% от всех транспортных средств. В сумме все электромобили потребляют около 30 ТВт ч электроэнергии за один год, что эквивалентно всей вырабатываемой энергии в Ирландии.

По объему продаж полностью электрических автомобилей *Tesla* по-прежнему значительно опережает другие автомобильные группы с показателем более 936 тыс. Однако ее доля рынка снизилась за последние несколько лет с 23% в 2019 и 2020 годах до 21% в 2021 году. *SAIC*, включая *SAIC-GM-Wuling*, является второй по величине группой с почти 610 тыс. и 13% долей в основном благодаря объему продаж в 424 тыс. для *Wuling Hong Guang MINI*. Далее следует *Volkswagen* с 451 тыс. и 10% долей в сегменте полностью электрических автомобилей. *BYD* занимает четвертое место с долей 7%, а *Hyundai Motor* обеспечила себе пятое место с долей 5%. Тем не менее, как сообщает *IEA*, электромобили составляют лишь около 9% автомобилей, продаваемых во всем мире.

Заключение. Проведя анализ исследований по негативному влиянию электрокаров на экологию, можно сделать вывод, что при эксплуатации электрокаров не выделяются выбросы парниковых газов. Но при производстве электрической машины выделяются более 8,1 млн грамм углекислого газа (CO_2) (для сравнения: аналогичный бензиновый автомобиль выделяются более 5,5 млн грамм.).

А также при производстве электрической энергии на электростанциях, используя нефть, нефтепродукты, природный газ и уголь, которые пагубно влияют на окружающую среду. Поэтому при решении этой проблемы, требуется другой способ добычи электроэнергии. Например, при помощи атомных электростанций, использования энергетики ветра и солнца.

Список литературы

1. Растущее число электромобилей таит в себе серьезную проблему утилизации по окончании срока их эксплуатации [Электронный ресурс] // Руслом. — 2013. — Режим доступа: <https://ruslom.com/rastuschee-chislo-elektromobiley-tait-v-sebe-sereznyuyu-problemu-utilizatsii-po-okonchaniy-sroka-ih-ekspluatatsii/>. — Дата доступа: 05.01.2022.
2. Влияние электромобилей на окружающую среду [Электронный ресурс] // sharespro — 2013. — Режим доступа: <https://sharespro.ru/content/newsdaily/kogda-elektromobili-stanovyatsya-deystvitelno-zelenymi--47805/>. — Режим доступа: 06.01.2022.
3. Так ли экологичны электрокары?. [Электронный ресурс] // atomicexpert — 2013. — Режим доступа: https://atomicexpert.com/electric_cars_ecology. — Дата доступа: 10.01.2022.

UDC 504.75.05

TESLA. ELECTRIC CARS. LITHIUM-ION BATTERY.

Kuzmich K.L., Iskrova A. A.

Belarusian State University of Informatics and Radio electronics, Minsk, Republic of Belarus

Tsyavlovskaya N.Y. – master of technical sciences, senior lecturer at the department of EPE

Annotation. In this work, the task of finding and collecting information about people's awareness of the environmental damage caused by electric cars.

Keywords: ecology, car, electric car, lithium-ion battery

УДК 004.738.5+331.101.1

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ОСНОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ И АЛГОРИТМИЗАЦИИ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Леонов А.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Пашковская Ю.Д. – магистр техн. наук, старший преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. Целью проекта является создание веб-приложения для изучения основ программирования и алгоритмизации и его эргономическое обеспечение. В текущее время сфера информационных технологий активно развивается. В связи с этим существует большая потребность в новых квалифицированных кадрах. Человек, начинающий осваивать навыки и знания в данной области, нуждается в удобном способе для их получения. Данная система предоставляет ему удобную платформу как для изучения теории по основам программирования, так и возможность сразу попробовать применить эти знания на практике.

Ключевые слова: обучение, веб-приложение, эргономика

Введение. В последние годы сфера информационных технологий крайне стремительно развивается, и она является одним из самых больших факторов, влияющих на экономику нашей страны. Статистика последних лет показывает, что *IT*-услуги занимают около четверти экспорта услуг Беларуси, а доля иностранных инвестиций в эту отрасль занимает более 7%.

Однако, обучение профессиональным навыкам для данной специальности в стране немного отстаёт от потребностей рынка. На данный момент обучение программированию построено: в вузах с немногочисленными соответствующими специальностями; на стажировке в одной из компаний; самостоятельно, основываясь на бесплатных или платных ресурсах в сети Интернет. Можно заметить, в случаях с обучением в университете не всегда хватает материалов для всестороннего освоения технологии, ведь рассказать все детали за отведённое время – задача довольно сложная, а при изучении самостоятельно через общедоступные ресурсы не хватает некой интерактивности, полной интегрированности в процесс.

В данной статье описывается проектирование информационной системы веб-приложения для изучения программирования. Принимая во внимание минусы альтернативных вариантов, описанные выше, будет сформировано решение, имеющее грамотный баланс между объёмом материала, интерактивностью, функционалом и доступностью для пользователя.

Основная часть. Рассмотрим детальнее процесс эргономического проектирования описываемой системы. Главные составляющие эргономического проектирования - описание системы «человек-машина-среда», обоснование эргономических требований к системе, определение главных функций системы, разработка структуры системы, алгоритма работы пользователей[1].

На первых этапах эргономического проектирования системы важно детально проработать её основные функции, это значительно упростит процесс реализации этой системы и позволит заранее расставить приоритеты, а также позволит точнее понять концепцию продукта команде разработчиков. Диаграмма вариантов использования для пользователя без привилегий представлена на рисунке 1.

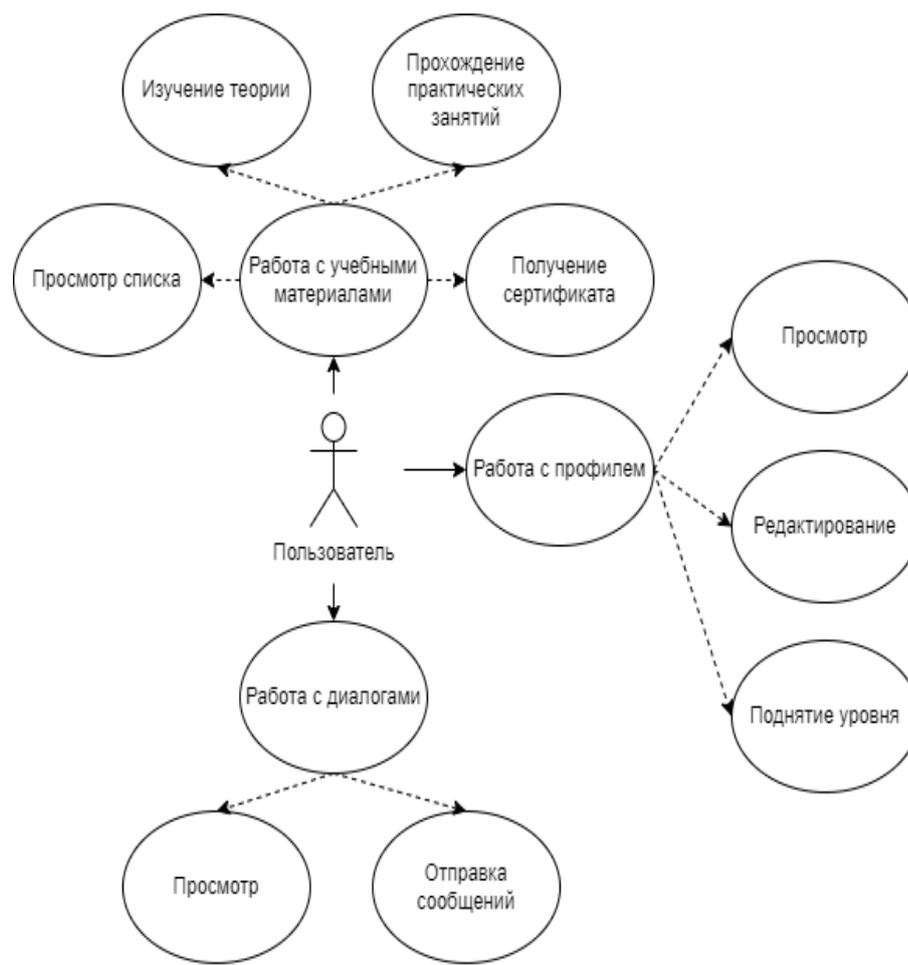


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования в режиме «Пользователь»

Также важно точно определить цели системы, её позиционирование на рынке и целевую аудиторию. Некоторые функции, а также способы отображения информации и список поддерживаемых устройств могут меняться в зависимости от этих факторов. Касательно системы веб-приложения для изучения программированию одним из главных факторов является существующая экосистема для изучения различных технологий в данном языковом сегменте. На основании популярности и востребованности различных языков программирования, наличии образовательных платформ для их изучения, качестве и количестве теоретического материала по ним в свободном доступе, а также удобства представления этого материала необходимо сделать выбор приоритетных технологий для создания теоретического материала и практических заданий на создаваемом веб-приложении.

Согласно исследованию компании *TIOBE* пять самых популярных языков программирования на момент февраля 2022 года – *Python*, *C*, *Java*, *C++* и *C#* [2]. Их востребованность и существующую экосистему следует изучить в первую очередь.

Ещё один важный момент при проектировании информационной системы – описать среду, в которой она будет существовать. Этот этап позволит заранее продумать, какие требования должны предъявляться к составляющим системы, а также позволит проработать условия, в которых будут находиться компьютер и человек при использовании этой системы. Структурная схема приложения представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – структурная схема приложения

Список литературы

1. Шупейко, И. Г. Эргономическое проектирование систем «человек–компьютер–среда». Курсовое проектирование / Шупейко, И. Г. – Минск: БГУИР, 2012. – 92с.
2. TIОBE Index for February 2022 [Электронный ресурс]. – Электронные данные – 2013. – Режим доступа: <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>

UDC 004.738.5+331.101.1

WEB APPLICATION FOR LEARNING THE BASICS OF PROGRAMMING AND ALGORITHMS AND ITS ERGONOMIC MAINTENANCE

Leonov A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,

Minsk, Republic of Belarus

Pashkovskaya Y.D. – master of technical sciences, senior lecturer of the department of EPE

Annotation. The target of the project is to create a web application for learning the basics of programming and algorithmization and its ergonomic support. Today, the field of information technology is actively developing. It causes a great need for new qualified personnel. A person who want to get skills and knowledge in this field needs a convenient way to obtain them. This system provides him with a convenient platform both for studying the theory of programming, and the opportunity to apply this knowledge in practice.

Keywords: studying, web application, ergonomics

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПРОДАЖИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ БИЛЕТОВ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Логвинова А. Д.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Иванова Е. С. – магистр техн. наук, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе описаны актуальность и функциональные задачи веб-приложения для автоматизации и упрощения процесса приобретения железнодорожных билетов онлайн. Разработанная система сократит временные и трудовые затраты при поиске и покупке билетов, а также обеспечит безопасность и надежность процесса.

Ключевые слова: веб-приложение, *JavaScript*, *MySQL*

Введение. Целью работы является разработка веб-приложения для продажи железнодорожных билетов и его эргономическое обеспечение. Объектом работы выступает веб-приложение, позволяющее искать, просматривать и приобретать железнодорожные билеты онлайн. Предметом работы являются принципы проектирования эргономичных пользовательских интерфейсов, технологии программирования веб-приложений.

Основная часть. С помощью разработанного веб-приложения любой человек, пройдя авторизацию, может приобрести необходимое ему количество билетов, по заданным параметрам, что безусловно сэкономит время и облегчит приобретение билета. Разработанный программный продукт является простым и интуитивно понятным в использовании. Все основные действия и запросы к базе данных осуществляются пользователями при помощи взаимодействия с приложением, таким образом скрывая всю сложность реализации системы от пользователя.

Система выполняет следующие функции:

- регистрация пользователя;
- авторизация существующего пользователя;
- редактирование аккаунта;
- поиск билетов;
- просмотр возможных рейсов;
- покупка билета;
- возврат билета;
- просмотр аккаунта пользователя;
- добавление новых поездов;
- редактирование существующих поездов;
- удаление поездов;
- удаление учетной записи пользователя.

Диаграммы вариантов использования [1] в режимах «Администратор» и «Пользователь» представлены на рисунках 1 и 2.

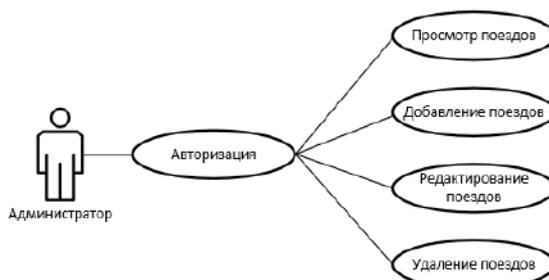


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования в режиме «Администратор»

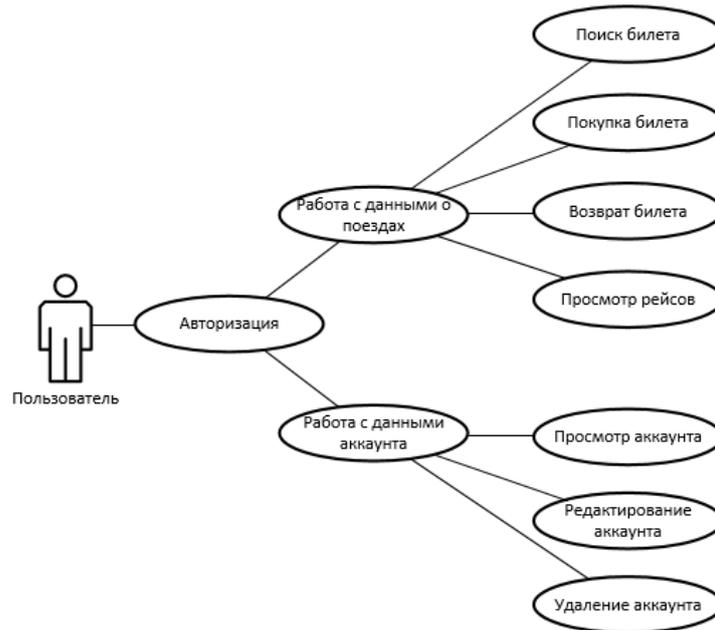


Рисунок 2 – Диаграмма вариантов использования в режиме «Пользователь»

Система реализована в виде веб-приложения и включает в себя следующий технологический стек: языки программирования *Java*, *JavaScript*, *Angular* [2], *HTML*, *CSS*, база данных с использованием *MySQL* [3].

Заключение. Поезд был и остается одним из самых популярных и доступных средств передвижения, а билеты пользуются высоким спросом во все сезоны. Для железнодорожного вокзала внедрение автоматизированной онлайн системы в настоящее время является обязательным мероприятием. Обусловлено это несколькими факторами. Во-первых, высоким оборотом клиентов, во-вторых, большим количеством данных о поездах, которые нужно где-то хранить. Данная информационная система позволяет автоматизировать работу вокзала, структурировано хранить все данные, постоянно обрабатывать их, а также производить необходимые расчеты и анализы.

Список литературы

1. Использование диаграммы вариантов использования UML при проектировании программного обеспечения [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/566218/>
2. *AngularJS – Superheroic JavaScript MVW Framework* [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://angularjs.org/>
3. *Getting Started with MySQL* [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <https://dev.mysql.com/doc/mysql-getting-started/en/>

UDC 004.774:656.03

RAILWAY TICKETS SALES WEB APP AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Logvinova A. D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Ivanova E. S. – master of technical science, assistant at the department EPE

Annotation. The paper describes the relevance and functional tasks of a web application for automating and simplifying the process of purchasing railway tickets online. The developed system will reduce time and labor costs when searching for and buying tickets, as well as ensure the safety and reliability of the process.

Keywords: web application, JavaScript, MySQL

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ АВТОСЕРВИСА И ЕГО ИНЖЕНЕРНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ложечник С.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Довыдович К.И. – магистр техники и технологий, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. При поиске и анализе существующих веб-приложений автосервисов и автоблогов был выявлен ряд упущений и несовершенство подачи информации. Предложено веб-приложение, которое обеспечит удобную подачу информации пользователям, позволит сохранять записи об обслуживании авто, искать записи других пользователей с похожими неисправностями, а также, в случае необходимости, найти автосервис поблизости.

Ключевые слова: автосервис, обслуживание авто, веб-приложение

Введение. На сегодняшний день, практически каждый второй является владельцем автомобиля. Иметь машину – это не только передвигаться из пункта А в пункт В, это также заправка, обслуживание и уход за автомобилем.

Все данные по эксплуатации авто помогают определить необходимость следующего ТО или причину поломки. При продаже всегда было большим плюсом, если владелец имеет сервисную историю авто, чаще всего это папка с распечатками проведенных работ.

В реалиях нашей страны, не все обслуживаются у дилера или вообще на СТО, так как простые работы как замена масла, фильтров или тормозных дисков и колодок проводят самостоятельно или у друзей. Но эти данные так же нужно сохранять. Некоторые автовладельцы хранят в машине блокнот с записями проведенных работ. Поиск информации в бланках или блокноте не очень удобен, особенно, если тебе это передал прошлый владелец.

Приложение будет выполнять функцию блога и поможет организовать информацию об эксплуатации авто, такую как заправка, ремонт, плановое ТО или чистка. Сделать удобный поиск по этой информации и возможность делиться ей с другими пользователями, а также позволит быстро найти автосервис поблизости. Данное веб-приложение выполнено с применением адаптивности и отзывчивости, чтобы пользователь мог зайти на него и с компьютера, и с планшета, и с телефона.

Основная часть. При создании конкурентоспособного продукта, необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать существующие аналоги;
- спроектировать систему, выделив необходимые функции и определив их эргономические свойства;
- разработать систему
- провести тестирование системы.

Информационная структура проектируемой системы представлена на рисунке 1:



Рисунок 1 – Структура информационной системы веб-приложения автосервиса

Разрабатываемая система включает в себя один модуль – модуль «Пользователь». Диаграмма вариантов использования представлена на рисунке 2.

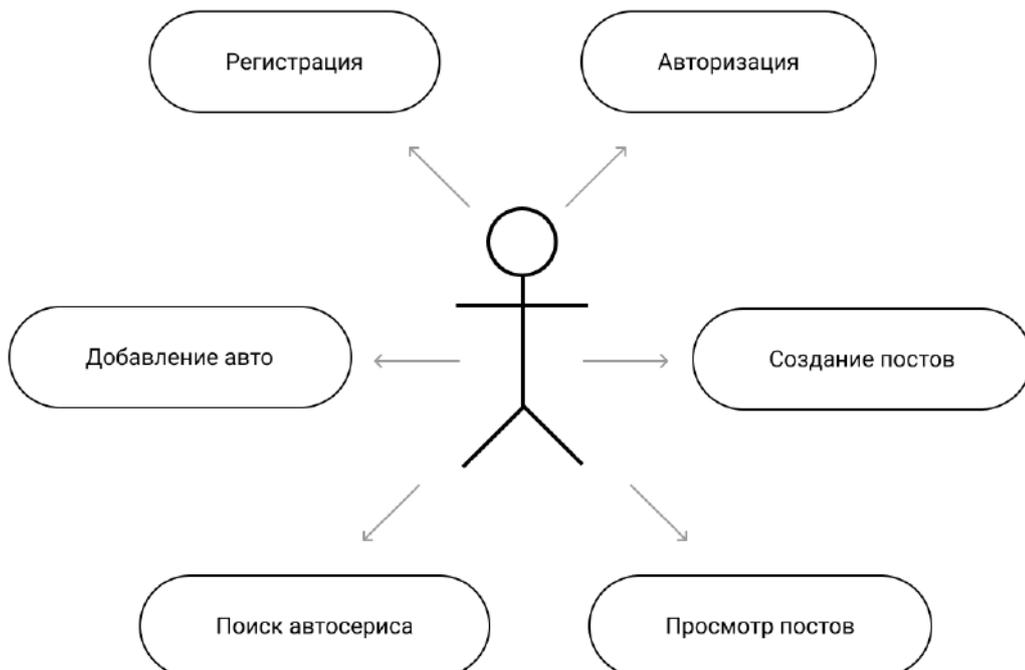


Рисунок 2 – Диаграмма вариантов использования

Разрабатываемая система была разбита на функциональные модули, порядок тестирования которых представлен ниже (таблица 1):

Таблица 1 – Последовательность тестирования ФБ МК

№ тестовой программы	Область тестирования
ТП1	тестирование регистрации
ТП2	тестирование добавления/редактирование авто
ТП3	тестирование добавления /редактирование постов
ТП4	Тестирование поиска постов
ТП5	Тестирование поиска автосервиса

Заключение. В ходе анализа рынка и просмотра существующих аналогов системы было предложено кроссбраузерное веб-приложение автосервиса.

Для разработки веб-приложения были выбраны языки программирования:

JavaScript – мультипарадигменный язык программирования. Поддерживает объектно-ориентированный, императивный и функциональный стили [1].

React – *JavaScript*-библиотека с открытым исходным кодом для разработки пользовательских интерфейсов [2].

Разработка преимуществ системы перед существующими аналогами, составление функций с определением эргономических свойств и полное тестирование системы позволяет утверждать о высокой конкурентной способности продукта на рынке.

Список литературы

1. Wikipedia [Электронный ресурс] – 2018. – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/JavaScript> – Дата доступа : 29.03.2022
2. Wikipedia [Электронный ресурс] – 2015. – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/React> – Дата доступа : 29.03.2022

UDC 004.774:[658.818.3:629.331]

DEVELOPMENT OF THE CAR SERVICE APP AND ITS ENGINEERING AND PSYCHOLOGICAL SUPPORT

Lozhechnik S.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Dovydovich K.I. – master of engineering and technology, assistant of the department of EPE

Annotation. When searching and analyzing existing web applications for car services and auto blogs, a number of omissions and imperfection in the presentation of information were identified. A web application has been proposed that will provide convenient information to users, allow you to save records of car maintenance, search for records of other users with similar malfunctions, and also, if necessary, find a car service nearby.

Keywords: car service, car maintenance, web application

УДК 331.101.1: 331.312.2

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ РАБОЧЕГО МЕСТА ПРОГРАММИСТА

Петровец В.М., Винокуров А.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Пилиневич Л.П. – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры ИПиЭ

Аннотация. В данной работе проведено исследование с целью сбора данных, для последующей оптимизации рабочего места программиста. Проведён анализ основных факторов, влияющих на программиста во время работы за компьютером, а также были написаны рекомендации, по переустройству рабочего места.

Ключевые слова: эргономика, оптимальное размещение, рекомендации к обустройству рабочей области, звукопоглощение, освещение

Введение. Эргономика – наука, изучающая проблемы, в системе «человек-техника-среда» для оптимизации трудовой деятельности человека, создания для него комфортных и безопасных условий, повышения производительности, сохранности здоровья и работоспособности. Рабочее место – минимальная целостная единица производства, где взаимодействуют 3 основных элемента труда: предмет, субъект и средство. Включает все элементы, необходимые для решения работником поставленных перед ним производственных задач: основные и вспомогательные средства труда, технологическую оснастку (для эффективной эксплуатации оборудования) и организационную оснастку (для удобства и безопасности: мебель, сигнализация, связь, освещение).

При организации рабочего места программиста должны быть соблюдены основные условия: оптимальное размещение оборудования и достаточное рабочее пространство. Эргономическими аспектами проектирования видеотерминальных рабочих мест, в частности, являются: высота рабочей поверхности, размеры пространства для ног, характеристики рабочего кресла, требования к поверхности рабочего стола, регулируемость элементов рабочего места. Главными элементами рабочего места программиста являются стол и кресло. Основным рабочим положением является положение сидя.

Основная часть. Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости: дисплей размещается в центре; системный блок размещается в предусмотренной нише стола; клавиатура - в центре и спереди; «мышь» - справа; принтер находится справа в зоне досягаемости. Для комфортной работы стол должен удовлетворять следующим условиям: высота стола должна быть выбрана с учетом возможности сидеть свободно, в удобной позе, при необходимости опираясь на подлокотники; нижняя часть стола должна быть сконструирована так, чтобы программист мог удобно сидеть, не был вынужден поджимать ноги; поверхность стола должна обладать свойствами, исключающими появление бликов в поле зрения программиста; конструкция стола должна предусматривать наличие выдвижных ящиков (не менее 3 для хранения документации, листингов, канцелярских принадлежностей); высота рабочей поверхности рекомендуется в пределах 680-760мм; высота поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть около 650мм. Рекомендуемая высота рабочего кресла над уровнем пола находится в пределах 420-550мм. Поверхность сиденья мягкая, передний край закругленный, а угол наклона спинки - регулируемый. Положение экрана определяется: углом и расстоянием считывания (0,6...0,7м); направлением взгляда на 20 градусов ниже горизонтали к центру экрана (экран перпендикулярен этому направлению). Экран должен регулироваться: по высоте +3 см; по наклону от -10 до +20 градусов относительно вертикали; в левом и правом направлениях. Рабочая поза также важна. При неудобной рабочей позе могут появиться боли в мышцах, суставах и сухожилиях. Требования к рабочей позе пользователя видеотерминала следующие:

голова не должна быть наклонена более чем на 20 градусов, плечи должны быть расслаблены, локти - под углом 80...100 градусов, предплечья и кисти рук - в горизонтальном положении. Верхняя часть видеодисплея должна быть на уровне глаз или чуть ниже. Если экран установлен высоко, а глаза широко открыты, нарушается функция моргания (глаза не закрываются полностью, не омываются слезной жидкостью, не получают достаточного увлажнения, что приводит к их быстрой утомляемости). Ниже приведены выдержки из ГОСТ 12.2.032-78 (переиздан в апреле 2001) "Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работы сидя. Общие эргономические требования":

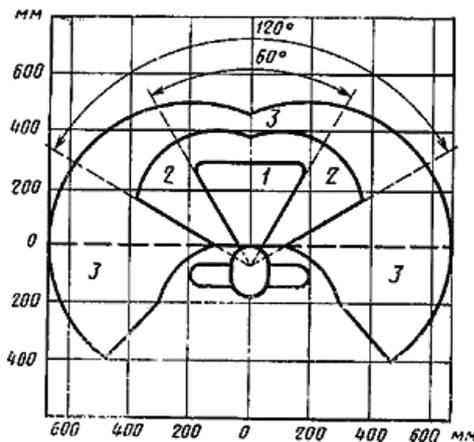


Рисунок 1 – Зона досягаемости моторного поля в горизонтальной плоскости

1 - зона для размещения наиболее важных и очень часто используемых органов управления (оптимальная зона моторного поля); 2 - зона для размещения часто используемых органов управления (зона легкой досягаемости моторного поля); 3 - зона для размещения редко используемых органов управления (зона досягаемости моторного поля)

Органы управления на рабочей поверхности в горизонтальной плоскости необходимо размещать с учетом следующих требований:

- очень часто используемые и наиболее важные органы управления должны быть расположены в зоне 1 (рис.1);
- часто используемые и менее важные органы управления не допускается располагать за пределами зоны 2 (рис.1);
- редко используемые органы управления не допускается располагать за пределами зоны 3 (рис.1).

Также, при работе двумя руками органы управления размещают с таким расчетом, чтобы не было перекрещивания рук

Рекомендации к обустройству рабочей области относительно линии взгляда:

– Очень часто используемые средства отображения информации, требующие точного и быстрого считывания показаний, следует располагать в вертикальной плоскости под углом $\pm 15^\circ$ от нормальной линии взгляда и в горизонтальной плоскости под углом $\pm 15^\circ$ от сагиттальной плоскости.

– Часто используемые средства отображения информации, требующие менее точного и быстрого считывания показаний, допускается располагать в вертикальной плоскости под углом $\pm 30^\circ$ от нормальной линии взгляда и в горизонтальной плоскости под углом $\pm 30^\circ$ от сагиттальной плоскости.

– Редко используемые средства отображения информации допускается располагать в вертикальной плоскости под углом $\pm 60^\circ$ от нормальной линии взгляда и в горизонтальной плоскости под углом $\pm 60^\circ$ от сагиттальной плоскости (при движении глаз и повороте головы).

На рабочем месте программиста источниками шума, как правило, являются технические средства, такие как: компьютер, принтер, вентиляционное оборудование, а также внешний шум. Они издают довольно незначительный шум, поэтому в помещении достаточно использовать звукопоглощение. Уменьшение шума, проникающего в помещение извне, достигается уплотнением по периметру притворов окон и дверей. Под звукопоглощением понимают свойство акустически обработанных поверхностей уменьшать интенсивность отраженных ими волн за счет преобразования звуковой энергии в тепловую. Звукопоглощение является достаточно эффективным мероприятием по уменьшению шума. К звукопоглощающим материалам относятся лишь те, коэффициент звукопоглощения которых не ниже 0.2. Звукопоглощающие облицовки нужно разместить на потолке и верхних частях стен. Максимальное звукопоглощение будет достигнуто при облицовке не менее 60% общей площади ограждающих поверхностей помещения.

Рациональное освещение рабочего места является одним из важнейших факторов, влияющих на эффективность трудовой деятельности человека, предупреждающих травматизм и профессиональные заболевания. Правильно организованное освещение создает благоприятные условия труда, повышает работоспособность и производительность труда. Освещение на рабочем месте программиста должно быть таким, чтобы работник мог без напряжения зрения выполнять свою работу. Расчет освещенности рабочего места сводится к выбору системы освещения, определению необходимого числа светильников, их типа и размещения. Искусственное освещение выполняется посредством электрических источников света двух видов: ламп накаливания и люминесцентных ламп. Однако, большинство экспертов советуют использовать люминесцентные лампы, так как по сравнению с лампами накаливания они имеют существенные преимущества: по спектральному составу света они близки к естественному освещению; они обладают более высоким КПД (в 1.5-2 раза выше, чем КПД ламп накаливания); обладают повышенной светоотдачей (в 3-4 раза выше, чем у ламп накаливания); имеют более длительный срок службы.

Заключение. На основе теоретических данных из различных источников и нормативных документов сформирован список практических рекомендаций для проектирования рабочего места программиста. С их помощью можно улучшить как эффективность работы, так и минимизировать риски для здоровья сотрудников.

Список литературы

1. Students-library [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://students-library.com> – Дата доступа: 01.01.2021.
2. Allbest [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <https://otherreferats.allbest.ru> – Дата доступа: 21.04.2010.
3. iОнлайн [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <https://www.ionline.by> – Дата доступа: 02.09.2013.
4. ОХРАНА ТРУДА [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <https://ohranatruda.of.by> – Дата доступа: 01.01.2021.
5. XReFeRaT [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <https://xreferat.com> – Дата доступа: 01.01.20201.
6. Рабочее место при выполнении работ сидя. Термины и определения: ГОСТ 12.2.032-78. – Введ. 01.01.1979. – Минск: Система стандартов безопасности труда: Сб. ГОСТов. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

UDC 331.101.1: 331.312.2

ERGONOMIC REQUIREMENTS FOR THE DESIGN OF A PROGRAMMER'S WORKPLACE

Petrovets V.M., Vinokurov A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Pilinevich L.P. – Dr. Tech. Sc., full professor, professor of the department of EPE

Annotation. In this paper, a study was conducted in order to collect data for the subsequent optimization of the programmer's workplace. The analysis of the main factors affecting the programmer while working at the computer was carried out, and recommendations were also written on the reorganization of the workplace.

Keywords: ergonomics, optimal placement, recommendations for the arrangement of the work area, sound absorption, lighting

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ АДАПТИВНОГО ДИЗАЙНА КУХОННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Шабуня К.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Медведев О.С. – магистр техн.наук, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Дизайн помещений играет важную роль в жизни каждого человека, делая наш образ жизни более современным и стильным. Грамотный дизайн интерьера помогает поднять уровень комфорта и настроения человека, но, что более важно, помогает эффективно оптимизировать пространство, расходуя его лучшим образом. Современные технологии позволяют разработать сервис, упрощающий процесс создания дизайна помещения.

Ключевые слова: Сервис, технологии, база данных, разработка, дизайн, технический дизайн, комфорт, эргономика, кухонное помещение, кухня, веб-приложение, интерфейс

Введение. Кухонное помещение является одним из важных элементов комфортной жизнедеятельности человека. В современном мире кухня есть в каждом доме, и каждая семья проводит на кухне время для приготовления и приема пищи. Для кухонного помещения важную роль играет дизайн помещения, так как успешный дизайн не только украшает интерьер, но и добавляет функциональность помещению. Это важно потому, что плохо спроектированная большая кухня может быть лишена пространства или наоборот, даже маленькая кухня может быть одним из идеальных примеров функциональности.

Основная часть. При создании дизайн проекта для кухонного помещения следует учитывать некоторые особенности благоустройства кухни.

Первая особенность обусловлена прямым назначением помещения. Здесь готовят пищу, что сопровождается высокой влажностью и температурой, быстрой и специфичной загрязняемостью, следовательно, частыми уборками с применением агрессивных средств бытовой химии. Кухонная мебель и материалы, использованные при отделке стен, пола и потолка должны быть пригодными для эксплуатации в таких непростых условиях. И не просто пригодными, а удобными и долговечными, иначе вложенные в обустройство кухни силы и средства окажутся потраченными напрасно.

Вторая особенность заключается в условном делении помещения на три зоны:

- рабочая;
- обеденная;
- проходная;

К первой зоне относятся места хранения продуктов и кухонной утвари, оборудование для приготовления еды, мойка и столешницы. Ко второй зоне – сидения и стол, иногда барная стойка. А к третьей зоне – свободное пространство для маневров.

Третья особенность обустройства большинства кухонь заключается в недостатке площади. Каждый свободный сантиметр приходится использовать с умом. Здесь на помощь придет встроенная техника, компактная мебель, умные системы хранения.

Удачная расстановка мебели зависит от точности измерений и составления подробного плана. Эргономичный дизайн кухни невозможен без «встройки», собранной под заказ.

Разрабатываемое веб-приложение адаптивного дизайна кухонных помещений – это программное средство, которое позволяет создать визуализацию кухонного помещения по предпочтениям конечного пользователя. Основная цель разрабатываемого приложения – упростить процесс создания дизайна интерьера кухни. Приложение позволяет пользователю подбирать и расставлять элементы кухонного интерьера с учетом их размера, а также размера кухонного помещения. При желании пользователь может применить готовые шаблоны

интерьера. Целевой аудиторией данного веб-приложения являются пользователи, которым необходим готовый дизайнерский проект кухонного помещения.

Для разработки веб-приложения были выбраны следующие технологии:

4. Язык программирования *PHP* – распространённый в мире язык программирования общего назначения с открытым исходным кодом. *PHP* специально сконструирован для веб-разработок и его код может внедряться непосредственно в *HTML*.

5. База данных *MySQL* – реляционная база данных, которая содержит связанные между собой данные. Распространенная технология для разработки веб-приложений и сайтов.

6. Фреймворк *Laravel* – *PHP*-фреймворк с открытым исходным кодом, специально разработанный для создания сайтов и веб-приложений. Позволяет упростить аутентификацию, маршрутизацию, сессии, архитектуру приложения и работу с базой данных. Служит каркасом для структуры веб-приложения.

Схема алгоритма работы веб-приложения представлена на рис. 1.

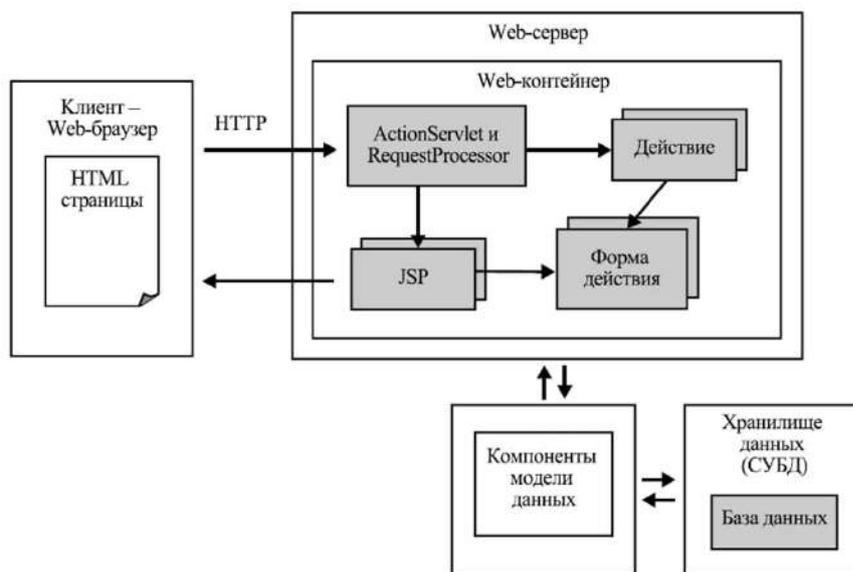


Рисунок 1 – Схема алгоритма работы веб-приложения

В базе данных хранится вся информация по предметам интерьера. Отметим основные группы пользователей, их основные задачи и запросы к базе данных:

Администратор приложения:

- добавление новых предметов интерьера;
- удаление предметов интерьера;
- получение списка всех предметов интерьера;

Пользователь приложения:

- получение списка всех предметов интерьера;
- получение подробной информации об предмете интерьера;

Заключение. Помимо конечного пользователя, веб-приложение представляет собой решение для компаний и организаций, которые занимаются дизайнерскими и ремонтными работами, так как приложение позволит сэкономить время, усилия и затраты на создание дизайнерского проекта.

Преимущества Сервиса:

Для пользователя:

- Удобное создание визуальной модели кухонного помещения в соответствии с предпочтениями пользователя;
- Созданную визуальную модель можно редактировать до тех пор, пока пользователь не получит результата, который удовлетворит его предпочтениям;

– Доступ к приложению пользователь может получить в любое время и в любом месте при наличии интернета. Это позволит пользователю не спеша создать модель и при необходимости проконсультироваться с специалистами по интересующим его вопросам;

Для предприятия:

– Предприятие экономит время, позволяя клиентам самостоятельно создавать модель помещения. При необходимости оказывает клиентам консультацию;

– Процесс создания дизайнерских моделей становится значительно проще;

– Предприятие может создать свои шаблоны дизайнерских моделей кухонных помещений, что позволит предлагать клиентам уже готовые дизайнерские подборки.

Список литературы

1. Никсон, Р. *Создаем динамические веб-сайты с помощью PHP, MySQL, JavaScript, CSS и HTML5/ Р. Никсон - Санкт-Петербург: Питер, 2019. – 816с.*

UDC 004.4

KITCHEN ROOM ADAPTIVE DESIGN WEB-APPLICATION

Shabunia K.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Medvedev O.S. – master of technical sciences, assistant of the department of EPE

Annotation. Interior design plays an important role in everyone's life, making our lifestyle more modern and stylish. Competent interior design helps to raise the level of comfort and mood of a person, but, more importantly, it helps to effectively optimize space, spending it in the best way. Modern technologies allow us to develop a service that simplifies the process of creating a room design.

Keywords: Service, technology, database, development, design, technical design, comfort, ergonomics, kitchen room, web-application, interface.

УДК 658.5, 004.514, 004.9

КРОССПЛАТФОРМЕННОЕ МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ МУЗЫКАЛЬНОЙ СТРИМИНГОВОЙ ПЛАТФОРМЫ

Соколов В.К.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Николаев А.Ю. – магистр техники и технологии, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе описаны актуальность и функциональные задачи мобильного приложения, предоставляющего возможности воспроизведения аудиоматериалов. Мобильное приложение позволяет прослушивать аудиоматериалы, создание собственных плейлистов, поиска аудиоматериалов по жанрам и названиям.

Ключевые слова: мобильное приложение, стриминг, кроссплатформенность, плейлист

Введение. Музыка сопровождает современного человека повсюду: на прогулке, во время поездки на работу, на отдыхе с друзьями или в медитации. Для некоторых наушники с любимой музыкой стали ежедневной потребностью наравне с обедом. Такое проникновение музыкального творчества в повседневную жизнь стало возможным благодаря развитию сервисов потоковой музыки, которые пришли на смену трекам с пиратских сайтов. Именно это и определило актуальность разработки кроссплатформенного мобильного приложения стриминговой платформы.

Основная часть. Целью данной работы является создание мобильного приложения, позволяющего прослушивать, сохранять, искать аудиофайлы, создавать собственные плейлисты с любимой музыкой. Ниже представлены скриншоты экранов мобильного приложения (рисунки 1-4).

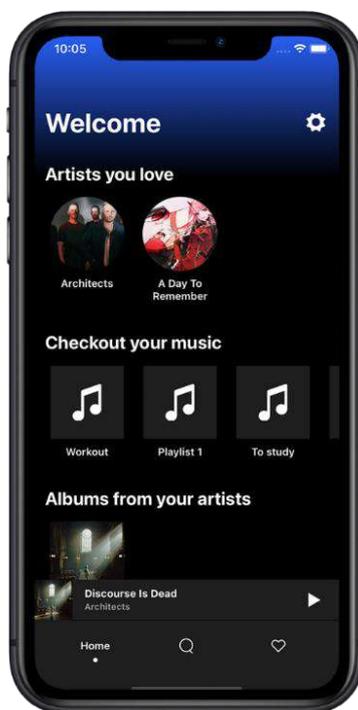


Рисунок 1 – Главный экран музыкального мобильного приложения

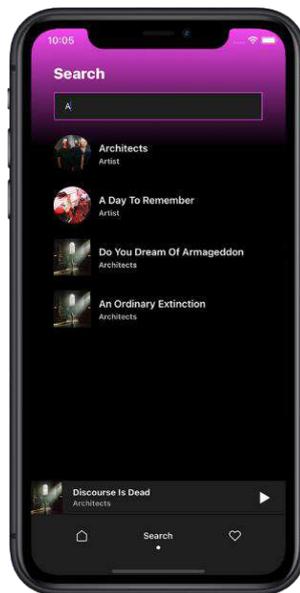


Рисунок 2 – Пример поиска на странице поиска аудиоматериалов и исполнителей

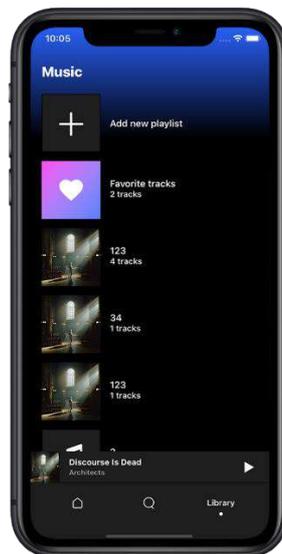


Рисунок 3 – Экран библиотеки аудиоматериалов со списком плейлистов



Рисунок 4 – Экран плеера с функциями управления воспроизведением аудиоматериалов

Данное приложение может использоваться для прослушивания аудиофайлов с помощью сети Интернет, без надобности скачивания их на устройство, что делает использование данного приложения еще удобнее.

Люди всех возрастов и категорий могут использовать данное приложение для удовлетворения своих потребностей, таких как: прослушивание любимых музыкальных материалов, отслеживание интересных исполнителей, создание своих собственных плейлистов по предпочтениям, поиск интересных аудиоматериалов, исполнителей и плейлистов.

Заключение. Для достижения поставленных задач потребовалось разработать приложение со следующей функциональностью:

- регистрация личного аккаунта и его редактирование;
- прослушивания аудиоматериалов;
- подписка на понравившихся исполнителей;
- создание собственных плейлистов;
- поиск музыки, исполнителей и альбомов;
- просмотра профиля и дискографии исполнителя;
- смены цветовой темы приложения;

Система реализована в виде кроссплатформенного мобильного приложения со следующим технологическим стеком:

- языки программирования *TypeScript*;
- базы данных *PostgreSQL*;
- фреймворк *React Native*;
- технологии: *Redux Saga*, *Firebase SDK*, *GraphQL*.

Список литературы

1. Документация React [Электронный ресурс]. – React – 2017. – Режим доступа: <https://ru.reactjs.org/docs/getting-started.html>
2. Документация Redux Saga [Электронный ресурс]. – Redux – 2016. – Режим доступа: <https://redux-saga.js.org/docs/api/>
3. Документация GraphQL [Электронный ресурс]. – Graph – 2018. – Режим доступа: <https://graphql.org/learn/>

UDC 615.1, 004.514, 004.9

CROSS PLATFORM MOBILE APPLICATION OF MUSICAL STREAMING PLATFORM

Sokolov V.K.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Nikolaev A.Y. – master of engineering and technology, assistant of the department of EPE

Annotation. The article describes the relevance and functional tasks of a mobile application that provides audio playback capabilities. The mobile application allows you to listen to audio materials, create your own playlists, search for audio materials by genre and title.

Keywords: mobile application, streaming, cross platform, playlist

ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ МАГАЗИНА ВИДЕОИГР

Треско Д.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Борисик М.М. – магистр техн. наук, старший преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. Целью работы является создание многофункционального приложения, отвечающего всем стандартам качества в игровой индустрии и имеющего необходимый функционал для обеспечения комфортного взаимодействия с пользователем. Разработанная система призвана предоставлять покупателям актуальную информацию об ассортименте магазина с возможностью дальнейшего приобретения продукции.

Ключевые слова: веб-приложение, игровая индустрия, React, пользовательский интерфейс

Введение. В современном мире, где люди большую часть своего времени проводят на работе при плотном, неизбежно сопряженном со стрессом, графике, каждому из нас необходим отдых от подобной повседневной рутины.

Несомненно, каждый выбирает себе досуг, исходя из личных интересов и приоритетов, однако среди огромного многообразия развлечений, предлагаемых нам сегодня, игровая индустрия является, пожалуй, самой активно развивающейся, и по праву находится на ведущих ролях в списке самых популярных видов досуга, неизменно радуя своих поклонников разнообразием жанров и постоянно растущим качеством продуктов. Не менее важную роль играет и тот факт, что современные видеоигры позволяют человеку, в буквальном смысле, погрузиться в другой мир и почувствовать себя героем захватывающей сюжетной линии либо же профессиональным спортсменом/тренером в каком-либо виде спорта. Это все не только помогает человеку отвлечься от ежедневной суеты, но и дает возможность виртуально совершать такие поступки и достигать таких высот, о которых в реальности человек не мог и мечтать.

Теперь же, во времена пандемии *covid-19*, когда большую популярность набирает такой формат рабочих отношений, как дистанционная работа, и когда каждый выход из дома влечет за собой лишние риски для здоровья и безопасности, люди намного чаще стали прибегать к услугам сервисов доставки и различного рода интернет-магазинов, предпочитая осуществлять заказ нужной продукции в режиме онлайн.

Объектом разработки выступает веб-приложение магазина видеоигр, представляющее собой многофункциональную систему, обеспечивающую пользователю доступ ко всей продукции магазина и взаимодействие с каждой товарной единицей.

Основная часть. Перед разработанной системой ставится задача предоставления актуальной информации об ассортименте магазина, а также возможности оформления заявки на покупку продукции. На основании анализа изложенных задач и сравнения с существующими конкурентными аналогами, были сформированы основные функциональные возможности приложения:

- регистрация пользователей;
- авторизация зарегистрированных пользователей;
- редактирование персональных данных клиентов (логина, пароля, номера телефона, адреса доставки и т.д. на странице профиля пользователя);
- просмотр списка доступных игр;
- фильтрация и сортировка списка игр по требуемому параметру;
- *CRUD* операции по изменению игр в каталоге (доступно администратору);
- поиск игр по названию;

- корзина покупок: добавление, удаление, изменения количества единиц товаров;
- добавление игры в список желаемых;
- возможность обращения в службу поддержки;
- обработка обращений в службу поддержки администратором;

Одним из основных критериев качества подобного рода веб-приложений является доступность для разных категорий пользователей и простой, не нагруженный лишней информацией, пользовательский интерфейс [1]. Разработанный ресурс в полной мере удовлетворяет данным требованиям, ведь посетить его сможет любой человек, имеющий доступ к интернету и установленный браузер на компьютере или мобильном телефоне.

Основным преимуществом разработанного приложения по отношению к аналогам можно назвать гибкую систему поиска игр, имеющую возможность осуществления поискового запроса как в рамках всех категорий игр одновременно (расширенный поиск), так и в рамках одной конкретной категории, выбранной пользователем, что может существенно помочь покупателям сэкономить время при выборе интересующего продукта.

Пример пользовательского интерфейса одной из определяющих страниц приложения представлен на рисунке 1, пример использования поиска – на рисунке 2.

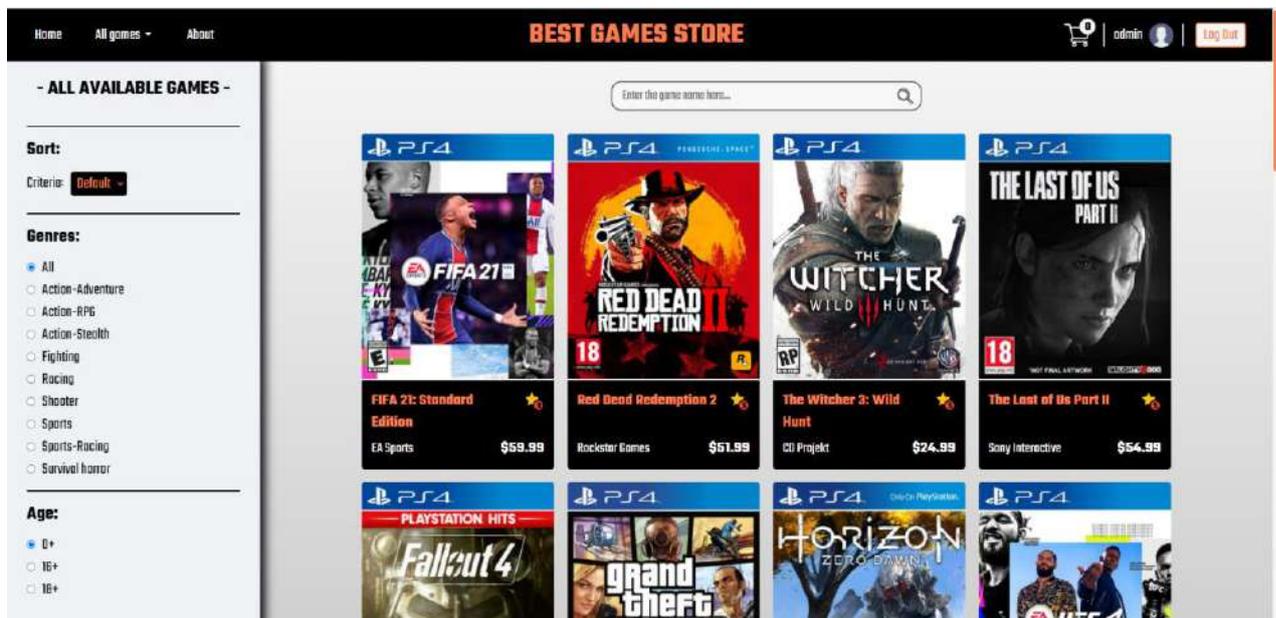


Рисунок 1 – Прототип страницы с каталогом всех доступных игр



Рисунок 2 – Поиск товаров по названию

Заключение. Разработанное приложение было реализовано на основе архитектурного шаблона *Single Page Application (SPA)*, который помогает организовать взаимодействие с клиентом через динамически загружаемые *HTML*-страницы [2]. Использованный

технологический стек: мультипарадигменный язык межбраузерного взаимодействия JavaScript, а в частности, библиотека *React*, программная платформа *Node.js* для запуска скриптов и самого проекта в среде разработки *Visual Studio Code* [3].

Список литературы

1. Актуальные требования к дизайну сайтов [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://vc.ru/design/128167-aktualnye-trebovaniya-k-vizualnomu-dizaynu-saytov-v-2020-godu>.
2. *React* [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <https://ru.reactjs.org/>.
3. *Single Page Application (SPA)* [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Glossary/SPA>.

UDC 658.81

ERGONOMIC DESIGN OF WEB-APPLICATION FOR A GAMING STORE

Tresko D.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Borisik M.M. – master of engineering and technology, senior lecturer of the department of EPE

Annotation. The aim of the work is to create a multifunctional application that meets all quality standards in the gaming industry and has the necessary functionality to ensure a comfortable user experience. The developed system is designed to provide customers with up-to-date information about the assortment of the store with the possibility of further purchase of products.

Keywords: Web-application, gaming industry, React, user interface

УДК 621.3.049.77–048.24:537.2

ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ БЕЛКА МЕТОДАМИ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА

Цацура Н.Ю.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Осипович В.С. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Экспериментально исследована эффективность применения методов кластерного анализа для изучения данных молекулярной динамики белка. Установлено, что кластеризация траектории конформаций белка позволяет обогащать выборку данных для повышения эффективности проведения молекулярного докинга.

Ключевые слова: анализ данных, кластеризация, кластерный анализ

Введение. Так как кластерный анализ или кластеризация предполагает разбиение выборки объектов (ситуаций) на группы, называемые кластерами, так, чтобы каждый кластер состоял из схожих объектов, а объекты разных кластеров существенно отличались, методы кластеризации широко применяются в машинном обучении, позволяя получить больше информации об исследуемых данных, в частности, установление существования классов или кластеров данных и последующем применении прочих методов машинного обучения на полученных кластерах. Методы машинного обучения широко применяются в медицине, как, например, для кластеризации симптомов, заболеваний, препаратов.

Так как молекулярная динамика подразумевает моделирование движения множества частиц (в том числе атомов, ионов, молекул) и расчёт коллективных свойств системы, зависящих от этого движения, результатом молекулярной динамики являются данные содержащие траекторию и топологию выбраного белка. Эти данные применяются для другого метода молекулярного моделирования, молекулярного докинга, который подразумевает предсказание наиболее выгодного для образования устойчивого комплекса ориентацию и положение одной молекулы по отношению к другой. Однако для докинга из всего набора данных нужно выбрать лишь несколько конформаций белка (состояние молекулы), следовательно они должны быть максимально репрезентативны. Используя методы кластерного анализа, можно разбить похожие состояния конформаций на кластере и выбрав в каждом кластере репрезентативное состояние молекулы провести молекулярный докинг на каждой выбранной конформации.

В данной статье автором показано, что применение кластерного анализа на наборе данных траектории изменения конформаций белка, полученных методом молекулярной динамики, позволяет получить репрезентативные конформации каждого кластера, обогащая данные для молекулярного докинга.

Основная часть. кластеризация данных требует решения следующих задач:

- выбор метода кластеризации;
- выбор репрезентативной конформаций;
- выбор количества кластеров.

Выбор метода кластеризации зависит от цели анализа. В таблице 1 представлены основные методы кластеризации, использующиеся для анализа.

Таблица 1 – Методы кластеризации

Название	Описание
Метод одиночной связи	Сходство определяется величиной расстояния между самыми близкими элементами. Есть тенденция к удлинению кластеров в одном направлении.
Метод полной связи	Сходство определяется величиной расстояния между самыми дальними элементами. Есть тенденция к избеганию удлинения кластеров в одном направлении

Продолжение таблицы 1.

Название	Описание
Центроидный метод	Сходство определяется расстоянием между центроидами кластеров. Тенденция к удлинению кластеров находится между одиночной и полной связью
Метод Уорда	После объединения кластеров вычисляется квадрат среднего расстояния между данными и центром кластера, из него вычитается эта величина до объединения. Часто получаются сравнительно хорошие кластеры.
Метод k-means (k-средних)	Метод k-средних – это метод кластерного анализа, цель которого является разделение m наблюдений (из пространства R^n) на k кластеров, при этом каждое наблюдение относится к тому кластеру, к центру (центроиду) которого оно ближе всего. В качестве меры близости используется Евклидово расстояние. Чувствителен к выбору начальных приближений центров.

Для примера кластеризации был выбран алгоритм кластеризации «Метод Уорда».

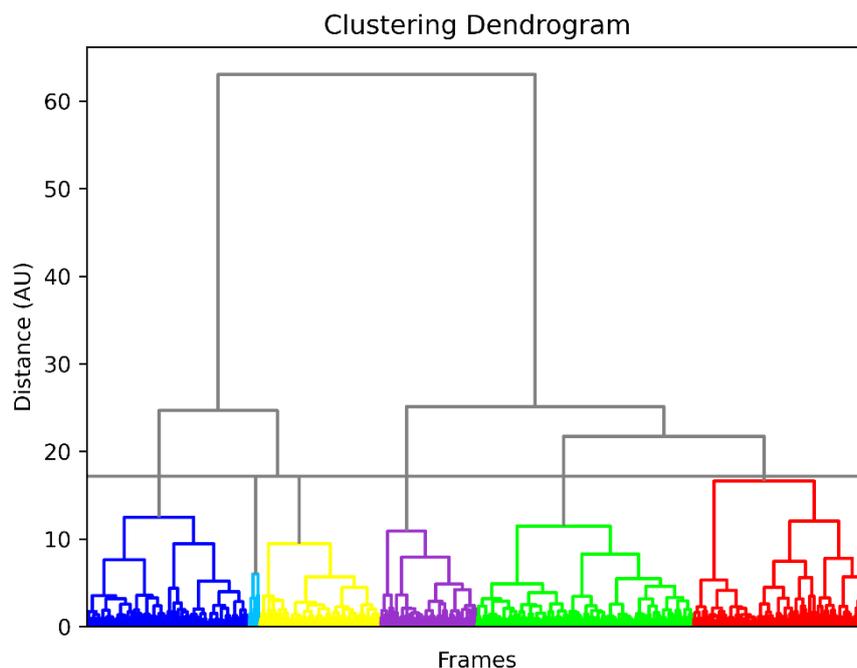


Рисунок 1 – Дендрограмма метода Уорда

Результатом кластеризации является 4 кластера с репрезентативными конформациями:

- 698 для первого кластера, количество членов 447;
- 457 для первого кластера, количество членов 416;
- 971 для первого кластера, количество членов 554;
- 175 для первого кластера, количество членов 309;
- 1063 для первого кластера, количество членов 247;
- 1140 для первого кластера, количество членов 27.

Общее количество конформаций: 2000.

Репрезентативные конформации выбирались как конформации, имеющие самое маленькое *RMSD* (*Root-mean-square deviation*, мера среднего расстояния между атомами) между всеми остальными конформациями в кластере.

Проблема выбора количества кластеров решается с помощью метода локтя. Следуя правилам этого метода, было выбрано $n = 14$: $k \geq 2$ и $k \leq 14$. Затем после применения метода кластеризации k -средних 13 раз, вычисляется значение сумм квадратов расстояний выборок до их ближайших центроидов для каждого n , получая следующий массив значений инерций: 2492.623046875, 1961.738037109375, 1699.55224609375, 1524.90869140625, 1384.28515625, 1292.2786865234375, 1212.33203125, 1135.509521484375, 1078.6336669921875, 1034.5142822265625, 996.0445556640625, 956.3633422851562, 923.365966796875, 885.10693359375.

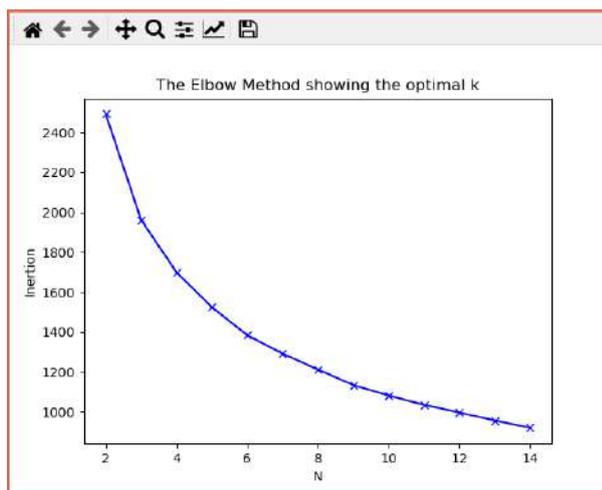


Рисунок 2 – Граф зависимости инерции от n

Для определения числа кластеров провёл условную прямую от точки начала графа к точке конца графа. После чего, программно вычислил по формуле нахождения расстояния от точки до прямой на плоскости $d = \frac{|ax_0+by_0+c|}{\sqrt{a^2+b^2}}$ где x_0 и y_0 – это координаты точки, а коэффициенты a, b, c – это уравнение прямой $ax + by + c = 0$, получаю длины всех отрезков: 0.0, 3.0552967276015157, 4.058082641942784, 4.392192001157954, 4.4663685393026284, 4.171345006515157, 3.771316487687424, 3.3721616816579045, 2.801264032177446, 2.1175035762185677, 1.4320385877141868, 0.7350251114767368, 0.0.

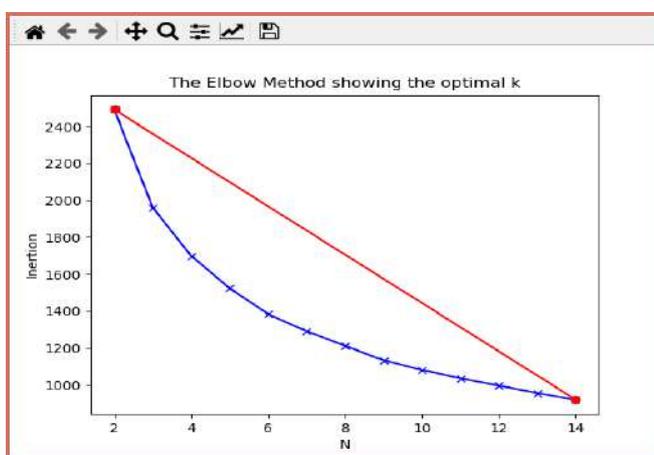


Рисунок 3 – Граф зависимости

Максимальное значение расстояния 4.4663685393026284 указывает на оптимальное количество кластеров, равное 6.

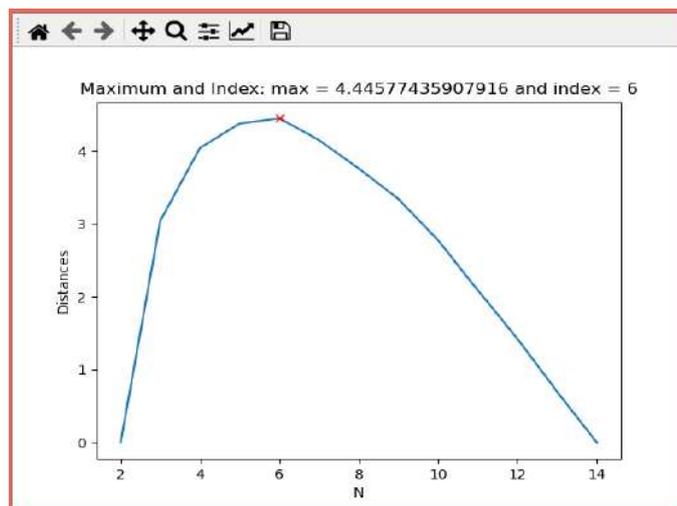


Рисунок 3 – Граф зависимости расстояний отрезков от n

Заключение. Выполнен анализ методов кластеризации и метода локтя для определения количества кластеров метода k -средних. Продемонстрировано, что применение методов кластерного анализа на наборе данных траектории изменения конформаций белка, позволяет получить репрезентативные конформации каждого кластера.

Список литературы

1. Воронцов К.В. Алгоритмы кластеризации и многомерного шкалирования. Курс лекций. МГУ, 2007.
2. Котов А., Красильников Н. Кластеризация данных. 2006.
3. Python Data Science Handbook by Jake VanderPlas Released November 2016
4. Машинное обучение с использованием Python. Сборник рецептов [2019] Крис Элбон
5. Python для сложных задач. Наука о данных и машинное обучение Дж. Вандер Плас, 2019
6. Protein crystallography for non-crystallographers, or how to get the best (but not more) from published macromolecular structures.

Alexander Wlodawer ¹, Wladek Minor, Zbigniew Dauter, Mariusz Jaskolski

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

APPLICATION FOR THE ANALYSIS OF PROTEIN MOLECULAR DYNAMICS DATA BY CLUSTER ANALYSIS METHODS

Tsatsura N.Y.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Osipovich V.S. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. The effectiveness of cluster analysis methods for studying protein molecular dynamics data has been experimentally investigated. It is established that clustering of the trajectory of protein conformations makes it possible to enrich the data sample to increase the efficiency of molecular docking.

Keywords: data analysis, clustering, cluster analysis

УДК 004.777:641

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ КОНСТРУКТОРА СОСТАВЛЕНИЯ МЕНЮ С АГРЕГАТОРОМ ИНГРЕДИЕНТОВ И БЛЮД И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Еда П.Г.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Телеш И.А. – канд. геогр. наук, доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе рассматривается процесс эргономического проектирования автоматизированного веб-приложения, раскрывается актуальность и преимущества разрабатываемой системы.

Ключевые слова: веб-приложение, автоматизация

Введение. Конструктор составления меню с агрегатором ингредиентов и блюд – система, предназначенная для повышения эффективности работы сотрудников предприятий общественного питания, а также для облегчения процесса составления меню для персонала заведений и составления индивидуального меню для обычных потребителей на основе разработки автоматизированного веб-приложения составления меню и подбора блюд [1].

Целью данной работы является разработка веб-приложения конструктора составления меню с агрегатором ингредиентов и блюд, предоставляющего функции по созданию, изменению, поиску меню, ингредиентов и блюд, а также их разделению по категориям. Объектом исследования в данной работе является веб-приложение конструктора составления меню с агрегатором ингредиентов и блюд, а предметом исследования – технологии разработки веб-приложений и принципы проектирования эргономичных пользовательских интерфейсов [2].

Основная часть. Разработанное веб-приложение предусматривает автоматизированный поиск блюд по различным параметрам который позволит эффективно снизить временные затраты для обычных потребителей на подбор требуемых блюд.

На основании назначения разрабатываемого веб-приложения, определены следующие задачи, выполняемые информационной системой:

- составление меню предприятия общественного питания;
- составление индивидуального меню потребителя;
- подбор блюд по различным параметрам.

Для достижения поставленных задач разработан следующий функционал приложения:

- регистрация аккаунта пользователя и его администрирование;
- авторизация существующего пользователя;
- добавление, просмотр, редактирование и удаление меню предприятия общественного питания;
- добавление, просмотр, редактирование и удаление индивидуального меню потребителя;
- добавление, просмотр, редактирование и удаление блюд;
- добавление, просмотр, редактирование и удаление ингредиентов;
- поиск блюд по категориям, кухне и ингредиентам;
- обращение пользователя в службу поддержки;
- обработка обращений в службу поддержки администратором.

В ходе выполнения эргономического проектирования, разработаны алгоритмы работы пользователя, диаграмма вариантов использования, структурная схема взаимодействия пользователей со средой на рабочем месте, определены эргономические требования к информации, предъявляемой пользователю, составлен сценарий информационного

взаимодействия пользователя и компьютера, проведена эргономическая оценка пользовательского интерфейса [3].

В зависимости от поставленных задач пользователь может выбрать один из двух режимов доступа к функционалу системы: гостевой либо пользовательский. При пользовательском режиме обычный пользователь проходит процедуру авторизации посредством ввода данных своего логина и пароля и получает ограниченный доступ к функционалу приложения, однако при этом не имеет возможности создавать, добавлять, редактировать и удалять меню и блюда предприятия, а также ингредиенты.

Также имеется роль администратора. Как и обычный пользователь, администратор проходит процедуру авторизации, получая полный доступ к функционалу системы и имеет возможность создавать, добавлять, редактировать и удалять меню заведения, блюда и ингредиенты, может редактировать и удалять меню потребителей и их аккаунты при необходимости. Также администратор необходим для оказания помощи пользователям, обратившимся в службу поддержки.

На рисунках 1 и 3 представлены диаграммы вариантов использования в режимах «Гость», «Пользователь» и «Администратор»

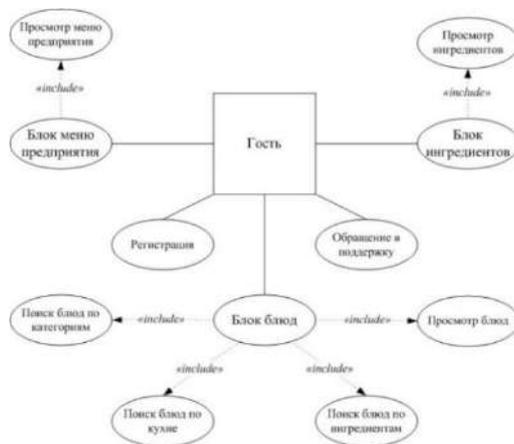


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования веб-приложения в режиме «Гость»



Рисунок 2 – Диаграмма вариантов использования веб-приложения в режиме «Пользователь»



Рисунок 3 – Диаграмма вариантов использования веб-приложения в режиме «Администратор»

Заключение. Использование разработанной системы позволит повысить эффективность работы сотрудников предприятий общественного питания, а также облегчить процесс составления меню для персонала заведений и для обычных потребителей.

Список литературы

1. Классификация предприятий общественного питания [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_135474/53a2c9fb24fa23a594c4eb96dac214ef0d67e48f/
2. Эргономика сайта. Понимание эргономики веб-сайта. Советы и лучшие практики [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <https://td-viktor.ru/raznoe/ergonomika-sajta-ponimanie-ergonomiki-veb-sajta-sovety-i-luchshie-praktiki.html>
3. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <https://docs.cnd.ru/document/>

UDC 004.777:641

MENU CONSTRUCTION WEB APPLICATION WITH INGREDIENTS AND DISHES AGGREGATION AND ITS ERGONOMIC SOFTWARE

Yeda P.G.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Telesh I.A. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. The paper considers the process of ergonomic design of an automated web application, reveals the relevance and advantages of the developed system.

Keywords: web application, automation

СОВРЕМЕННЫЕ ФОРМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СОТРУДНИКОВ: ПРИЕМСТВЕННОСТЬ ТРАДИЦИЙ И ИННОВАЦИЙ

Ерёменко Д.В.

Белорусская государственная академия связи, г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Шлыкова Т.Ю. – канд.психол.наук, доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Технологический прогресс с каждым годом дает все больше возможностей. Овладение сотрудниками и руководителями дистанционными формами взаимодействия и информационными технологиями стало важной частью квалификации. Это в свою очередь привело к появлению новых проблем. Одной из них является сложность перенесения традиционных форм взаимодействия в дистанционный формат и освоение информационного пространства.

Ключевые слова: дистанционное взаимодействие, области взаимодействия, ситуации взаимодействия, условия дистанционного взаимодействия

Введение. Всеобщая глобализация, развитие информационных технологий и стремительная цифровизация всех сторон жизни человека расширили возможности трудовой деятельности. Однако при этом ее участники столкнулись с новыми вызовами. При переходе на дистанционную занятость предприятия сталкиваются с принципиально новыми средствами взаимодействия между сотрудниками и часто не понимают как адаптировать традиционные механики взаимодействия к новым условиям. [1]

Основная часть. Традиционные области взаимодействия являются предметом исследования многих ученых. Этот вопрос изложен в работах Вайнштейна Л.А, Евтихова О. В, Кельчевской Н.Р., Слукина С.А., Пельмской И.С., и Вольф Ф.В. [2,3,4]. Авторы выделяют две области взаимодействия сотрудников: управленческую и исполнительную. В рамках этих областей выделяются различные ситуации взаимодействия с использованием общих или характерных форм.

Управленческая область взаимодействия относится к сотрудникам, которые входят в систему управления компании: генеральный директор, управляющие директора, главный бухгалтер, ведущие специалисты подразделений и заведующие этими подразделениями. Названные сотрудники связаны друг с другом следующими ситуациями взаимодействия: целеполаганием, планированием деятельности, контролем (упреждающий, текущий, итоговый), организации и корректировками деятельности, а также проектированием инноваций для совершенствования деятельности предприятия (рисунок 1).



Рисунок 1 – Схема ситуаций взаимодействия управленческой области.

Ситуации целеполагания состоят в определении перспективных направлений развития предприятия и постановке соответствующих целей. Это одно из важнейших управленческих качеств.

Ситуации планирования представляют собой выбор путей, средств и в разработке соответствующих мероприятий по достижению поставленных целей. Процесс планирования включает несколько этапов: 1) определение миссии предприятия; 2) формулировка основных

целей предприятия; 3) анализ внешней среды; 4) управленческое обследование внутренних сильных и слабых сторон организации; 5) изучение стратегических альтернатив; 6) выбор стратегии и реализация стратегии; 7) контроль и оценка эффективности реализации стратегии.

Ситуации контроля отражаются в процессах учета, анализа и корректировки деятельности предприятия в направлении осуществления поставленных целей и включают комплексное изучение деятельности: 1) наблюдение за ходом развития процессов в управляемой системе, измерение, регистрацию и группировку данных; 2) сравнение ее параметров с прогнозируемыми; 3) количественную и качественную оценки эффективности деятельности; 4) выявление отклонений, узких мест в развитии системы и причин их возникновения; 5) определение наиболее оптимальных путей исправления системы.

Проектирование инноваций для совершенствования деятельности предприятия. Инновационный проект представляет собой комплекс организационных, экономических, технологических и правовых обоснований для внедрения новых идей и с целью развития компании.

Процесс организации заключается в выстраивании людей, идей, процессов и др. в системное целое и создание целенаправленного взаимодействия элементов этой системы для достижения поставленных целей в конкретных условиях и в определенные сроки.

Исполнительская область взаимодействия касается сотрудников, которые работают над выполнением управленческих задач. В исполнительскую область входят производственные ситуации анализа поручений, распределение обязанностей, операции выполнения заданий и текущих оценок и самооценок деятельности (рисунок 2).



Рисунок 2 – Схема ситуаций взаимодействия исполнительской области.

Анализ поручений включает в себя оценку средств, технологий и человеческих ресурсов, требующихся для их реализации, а также возможность попадания в указанные сроки с объявленным качеством результат при использовании имеющихся ресурсов. В случае, когда ресурсов не хватает реализуется обратная связь: запрос дополнительных средств или уточнение требуемого результата.

Распределение обязанностей включает в себя разбитие задачи на составные части для реализации группой сотрудников или на периоды времени для линейной работы с промежуточными отчетами.

Операции выполнения заданий и текущих оценок и самооценок деятельности являются процессом непосредственных действий для достижение поставленных целей, а также осуществления текущего (операционного) контроля (самоконтроля).

Для всех ситуаций взаимодействия характерны различные формы реализации к основным из них относятся.

Беседы – представляют собой обмен информацией по конкретным вопросам функционирования предприятия. Это неформальное общение по рабочим вопросам. Отличительной чертой такой формы взаимодействия являются их необязательный характер.

Совещания – более масштабная форма взаимодействия, в которую, как правило, вовлекаются все сотрудники для решения важных вопросов работы предприятия (подразделения).

Переговоры – имеют определенную цель и направлены на обсуждение важных вопросов, заключение соглашений, контрактов, подписание важных для обеих сторон документов. Могут быть внутренними или внешними.

Дискуссии – открытое обсуждение важных вопросов предприятия, основным инструментом которого является «мозговой штурм» (генерация идей всеми сторонами), в результате которого могут возникнуть нестандартные подходы к решению проблем.

Среди всех вышеперечисленных форм отдельно хотелось бы остановиться на совещании. Такая форма взаимодействия позволяет комплексно увидеть ситуацию в компании, вовлечь в решение задач всех сотрудников, выработать конкретное решение актуальной проблемы, оперативно получать информацию о выполнении полученных и пр.

Совещания могут быть разными по форме проведения, тематике и участникам. Основная классификация представлена на рисунке 3.

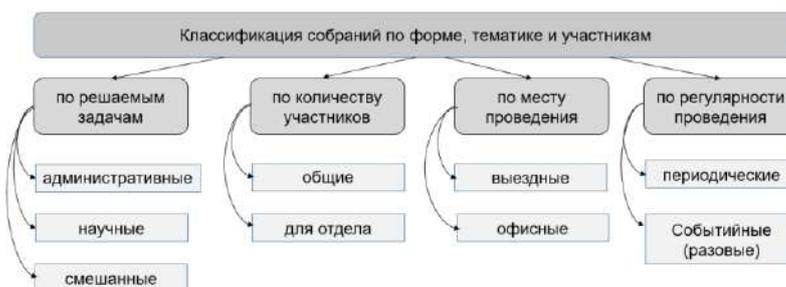


Рисунок 3 – Классификация собраний по форме, тематике и участникам.

Помимо представленной классификации совещания можно разделить по содержанию. Представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Классификация собраний по содержанию.

Название типа совещания	Описание типа совещания
Проблемные совещания	направлены на поиск оптимального решения задач в сжатые сроки
Оперативные совещания	имеют целью получение данных о текущем положении компании
Инструктивные совещания	представляют собой обратный порядок в отличие от оперативных – вся информация спускается от руководителя к непосредственным подчиненным, и далее передается до конкретных исполнителей тех или иных задач

Трудно повторить все свойства традиционного офиса при переходе на дистанционное взаимодействие. Мы не можем зайти в комнату к подчиненному и спросить, подчиненный не знает занят руководитель, можно ли ему позвонить. Нет доступа к книгам и папкам с инструкциями и пр. Не для всех и не сразу понятно, как пользоваться новыми программами и какие в целом программы эффективно использовать для разных ситуаций взаимодействия. Развитие технологий – сервисы обмена мгновенными сообщениями или социальные сети – позволяет предприятиям сгладить некоторые различия, предлагая альтернативы личному общению.

Однако переход на дистанционное управление в разнообразных его формах предполагает выполнение определенного ряда условий, таких как:

1. Разработка конкретных, измеримых, понятных целей для каждого сотрудника и описание средств их достижения.

2. В ходе дистанционного взаимодействия происходит увеличение количества каналов коммуникации, появляется необходимость регламентировать использование каждого из них.

3. Любой сотрудник должен овладеть техникой проведения личных видеоконференций и одновременно с несколькими сотрудниками.

4. Руководителю и сотрудникам важно знать особенности письменного способа общения, который требует конкретного выражения мысли, уточнения формулировок. Требуется сформировать и изучить правила текстовой переписки.

5. Руководителям и подчиненным необходимо изучить системы постановки задач и использовать их в ежедневной работе.

6. Необходима оценка результативности, проведение периодического контроля выполнения поручений и рабочих задач (ежедневного, еженедельного, ежемесячного и пр.) по средствам информационных технологий. [5]

В системе коммуникаций для дистанционных сотрудников следует предусмотреть различные формы онлайн-общения. Помимо решения прямо рабочих вопросов (выдача задания, решение проблем, отчетность), желательно наличие неформального онлайн-общения с коллегами (например, на корпоративном портале или через скайп). Помимо этого, важно вовлекать дистанционных работников в обсуждение общеорганизационных целей, планов и задач, а также предоставлять полный доступ ко всей необходимой работнику информации. [6]

Заключение. В результате выполненного анализа ряда литературных источников сделан вывод о том, что современным компаниям необходимо искать способы адаптации в новых условиях. Среди оптимальных путей адаптации: реализация специализированного обучения, наставничества и внедрение различных средств для личного и профессионального общения между традиционными и дистанционными сотрудниками.

Список литературы

1. Юдин, А.В. *Стратегия управления дистанционной формой занятости* / А.В. Юдин // *Вестник Омского университета*. – 2012. - №4. – С. 121-125.
2. Евтихов, О. В. *Психология управления: учеб. пособие* / О. В. Евтихов – Красноярск : Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т., 2011. – 156 с.
3. Вайнштейн, Л.А. *Психология управления и основы лидерства: учеб. пособие* / Л.А. Вайнштейн. – Минск: ГИУСТ БГУ, 2008. – 279 с.
4. Кельчевская, Н.Р. *Совершенствование системы управления бизнес-процессами создания и функционирования малого инновационного предприятия [Текст]: монография* / Н.Р. Кельчевская, С.А. Служкина, И.С. Пельмская, Ф.В. Вольф. – Москва: Креативная экономика, 2019. – 212 с.
5. Авдеева, Н.М. *Дистанционное управление как новое направление менеджмента* / Н.М. Авдеева // *Современные научные исследования и инновации*. – 2016. - №12. – С. 541-544
6. Звягинцева, О. С. *Особенности коммуникации и мотивации дистанционных работников* / О. С. Звягинцева, А. П. Исаенко // *Известия дагестанского ГАУ*. – 2019. - №4. – С. 150-155

UDK 159.9.075

MODERN FORMS OF EMPLOYEE INTERACTION: CONTINUITY OF TRADITIONS AND INNOVATIONS

Yeriomenko D.V.

The Belarusian State Academy of Telecommunications, Minsk, Republic of Belarus.

Shlykova T.Y. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. Technological progress gives more and more opportunities every year. One of them is the introduction of remote forms of interaction between employees and managers. This in turn led to the emergence of a new layer of problems. One of them is the difficulty of transferring traditional forms of interaction to a remote format.

Keywords: remote interaction, areas of interaction, situations of interaction, conditions of remote interaction

ОЧИСТКА ВОЗДУХА В ПРОМЫШЛЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Зеленкевич Ю.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Пилиневич Л.П. – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры ИПиЭ

Аннотация. Исследованы методов и способов очистки воздуха в закрытых промышленных помещениях. Выявлены загрязняющие воздух вещества и их влияние на организм человека. Проанализирована эффективность способа очистки воздуха с помощью электрофильтров.

Ключевые слова: высокодисперсные аэрозоли, вентиляция, электрофильтр

Очистка воздуха важна в промышленных условиях для удаления примесей из окружающей среды, улучшения качества воздуха и защиты здоровья сотрудников. Загрязнители воздуха образуются на каждом этапе производственного процесса от обработки сырья до распределения, во время каждого отдельного процесса, такого как получение, переработка и сжигание. В промышленности существуют такие загрязняющие вещества, как пыль, пары и высокодисперсные аэрозоли (туман, дым), однако отсутствует надлежащая система промышленной очистки воздуха, которая влияет на здоровье сотрудников (заболевания органов дыхания, зрения, кожного покрова и внутренних органов), долговечность оборудования и качество конечной продукции. Необходимо также отметить, что большую опасность для жизни оказывают различного рода пожары и взрывы, всегда сопровождающиеся с выделением вредных веществ, которые при попадании в организм человека вызывают различного рода отравления, в том числе со смертельным исходом.

Используя правильную промышленную систему фильтрации воздуха, можно защитить предприятие и сотрудников от опасных паров, газов, пыли и загрязняющих веществ в воздухе. Промышленная фильтрация воздуха удаляет вредные частицы из воздуха в помещении, когда он проходит через многочисленные высококачественные фильтры.

Существует три основных метода борьбы с загрязнением воздуха внутри помещений [1]:

1. Контроль источника, при котором рассматривается источник загрязняющих веществ и предпринимаются шаги для устранения или уменьшения количества загрязняющих веществ прямо из источника. Если это достаточно осуществимо и практически возможно, это самый эффективный метод снижения загрязнения воздуха;

2. Вентиляция – еще один способ уменьшить загрязнение воздуха в помещении. Основа создания хорошей системы вентиляции очень проста. Должна быть обеспечена эффективная система воздухообмена внутри и снаружи замкнутого пространства. Под инфильтрацией понимается попадание наружного воздуха в замкнутое пространство через отверстия, стыки или трещины в стенах. Инфильтрация подпадает под естественную вентиляцию, которая в более широком смысле относится к включению наружного воздуха в помещение или здание без помощи какого-либо внешнего стимулятора;

3. Использование систем очистки воздуха, также известных как воздухоочистители.

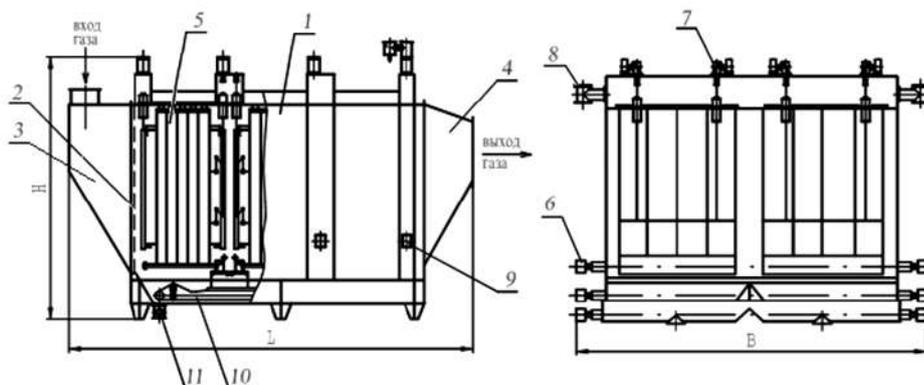
Анализ информационных источников показал, что эффективным методом очистки воздуха являются электрофильтры (очистка электростатическое осаждение) (Рисунок 1).

К преимуществам электрофильтров относят [3]:

1. Высокая степень очистки, которая достигает 99%;
2. Возможность улавливать частицы широкого диапазона размеров;
3. Стабильная работа при высокой запыленности и температуре газа;
4. Высокая производительность;
5. Возможность полной автоматизации процесса очистки.

К недостаткам электрофильтров относят:

1. Высокая чувствительность к параметрам очищаемого газа (температура, влажность, электрическое сопротивление);
2. Невозможность использовать для очистки взрыво- и пожароопасных смесей;
3. Относительно высокая стоимость аппарата;
4. Повышенные требования к технике безопасности при эксплуатации.



1 – корпус; 2 – газораспределительная решётка; 3 – диффузор; 4 – конфузор; 5 – механическое оборудование; 6 – привод встряхивания осадительных электродов; 7 – привод встряхивания коронирующих электродов; 8 – токоподвод; 9 – люк; 10 – скребковый цепной конвейер; 11 – винтовой конвейер.

Рисунок 1 – Электрофильтр [2]

Электростатическое осаждение работает за счет создания электростатической силы и ионизации частиц. Он также работает при наличии двух электродов. Один является положительным электродом, а другой - отрицательным электродом. Положительный электрод выполнен в виде пластин, а отрицательный – в виде проволочной сетки. Оба размещены вертикально и альтернативно друг другу в электрофильтре.

Анализ показал, что основными показателями эффективности электрофильтров являются:

1. концентрация твердых частиц на выходе, которую можно измерить с помощью системы непрерывного мониторинга выбросов твердых частиц;
2. непрозрачность;
3. мощность вторичного разряда;
4. вторичное напряжение (напряжение на электродах);
5. вторичный ток (ток на электроды).

Показателями производительности являются:

1. скорость искрового разряда;
2. первичный ток;
3. первичное напряжение;
4. температура газа на входе;
5. расход газа;
6. работа механизмов встряхивания;
7. количество работающих полей.

Эффективность улавливания электрофильтра можно оценить с помощью эмпирического уравнения:

$$R = 1 - \exp\left(\frac{-A \cdot v_d}{Q}\right), \quad (1)$$

где A – общая площадь собирающей поверхности собирающих электродов (m^2),
 Q – расход газа через трубу (m^3/c),
 v_d – скорость дрейфа (m/c).

Эффективность процессов очистки (фильтрации) с помощью пористых материалов определяется гидродинамическими режимами, характеристиками фильтрующих материалов и устройств, а также от характеристик внешних воздействий [4].

Эффективность процесса очистки зависит от:

- геометрического дизайна;
- свойств частиц (удельное сопротивление, диаметр);
- условий окружающей среды.

Скорость дрейфа можно оценить по формуле:

$$v_d = 0,5 \cdot d, \quad (2)$$

где d – размер частиц (мкм).

Скорость дрейфа обычно составляет от 0,03 до 0,2 м/с.

Размер твердых частиц не влияет на эффективность электрофилтра. Однако в устройствах трудно работать с частицами с высоким или низким удельным сопротивлением, и они могут работать только с частицами с умеренным удельным сопротивлением.

Анализ показал, что существует 6 факторов, которые снижают эффективность электрофилтров. К ним относятся:

– Расход дымовых газов.

Если дымовые газы вводить с очень большой скоростью, частицы пыли начнут накапливаться в электрическом поле, что приведёт к образованию пылевых масс. Это вызовет инкубацию частиц пыли, что затруднит удаление твёрдых частиц газа.

– Распределение воздушных потоков.

Эффективность осадителя высока при низком расходе воздуха. Удаление пыли происходит быстрее в местах с низким потоком воздуха и уменьшается в местах с большим потоком воздуха. Это происходит из-за эффектов, вызванных высокоскоростным дымом по сравнению с низкоскоростным дымом.

– Удельное сопротивление пыли.

При слишком низком удельном сопротивлении частицы будут двигаться и улетучиваться из выходного отверстия газовым потоком, что снижает эффективность устройства. Принимая во внимание, что, если частицы слишком велики, они не ускользнут. Частицы пыли необходимо вибрировать с большей скоростью, чтобы они могли дважды вибрировать и удерживаться устройством для очистки.

– Утечка воздуха.

При работе с отрицательным давлением при сборе пыли утечка воздуха может стать причиной вторичного разлета пыли. Из-за подсоса воздуха увеличивается скорость дымового газа, что приводит к короткому времени пребывания дымовых газов в устройстве. Утечка воздуха также снижает температуру дымовых газов, что может привести к конденсации и даже коррозии.

– Температура дымовых газов

Если температура дымовых газов слишком высока, удельное сопротивление снижается, вязкость уменьшается, а скорость движения газа высока. Это приведет к низкой эффективности пылеудаления. Тогда как при низкой температуре повышается влажность, ослабевает ионизация, происходит замыкание короны, а также снижается эффективность пылеудаления.

– Концентрация сажи.

Концентрация сажи увеличит частицы пыли в электрическом поле. Если концентрация сажи слишком высока, это приведет к закрытию короны. Это означает, что ток не будет проходить через электрическое поле. Отсутствие генерации короны снизит эффективность электрофилтра. Если в дымовых газах много сажи, их необходимо предварительно обработать. Содержание дымовых газов не должно превышать 5 г/м^3 .

По мере накопления слоя пыли на собирающем электроде эффективность улавливания может снижаться, особенно если собирающий электрод находится внутри цилиндрической трубы. Более того, часть пыли имеет поверхность с высоким сопротивлением, не разряжается на собирающем электроде и прилипает к электроду. Нагреваемые или промываемые водой электроды могут решить эту проблему.

Исследования показали, что электрофильтры являются очень эффективными улавливателями очень мелких частиц. Извлечение вредных продуктов очень важно, поскольку загрязняющие вещества могут нанести серьезный ущерб зданиям, окружающей среде и здоровью человека.

Однако количество собранной пыли прямо пропорционально потребляемому току, поэтому электрическая энергия, которая используется электрофильтром, может быть значительной, что приводит к высоким эксплуатационным расходам.

Список использованных источников

1. Методы очистки воздуха в производственных помещениях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://venteler.ru>.
2. Электрофильтры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://atmosfera-yar.ru>.
3. Электрофильтры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://portaleco.ru>.
4. Пилиневич, Л.П. Пористые порошковые материалы с анизотропной структурой для фильтрации жидкостей и газов / Л.П. Пилиневич, В.В. Мазюк, А.Л. Рак [и др.] // Минск. – ОДО «Томпик». – 2005. – 252с.

UDC 62-9

AIR CLEANING IN INDUSTRIAL ROOMS

Zelenkevich Y.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Pilinevich L.P. – Dr. Tech. Sc., full professor, professor of the department of EPE

Annotation. Investigated methods and methods of air purification in closed industrial premises. Air pollutants and their impact on the human body have been identified. The effectiveness of the air purification method with the help of electrostatic precipitators is analyzed.

Keywords: highly dispersed aerosols, ventilation, electrostatic precipitator

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ТОРГОВОЙ ПЛАТФОРМЫ

Богдевич В.Ю.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Прудник А.М. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В данной статье рассматривается разработка веб-приложения, которое предназначено для автоматизации процессов торговой платформы. Создание данной информационной системы позволит сотрудникам компании выполнять полный цикл бизнес-процессов торговой платформы в согласованном режиме, что в свою очередь повысит эффективность работы сотрудников и ускорит получение клиентом конечного результата услуг.

Ключевые слова: веб-приложение, торговая платформа

Введение. В современных условиях эффективное управление представляет собой ценный ресурс организации, наряду с финансовыми, материальными, человеческими и другими ресурсами. Следовательно, повышение эффективности становится одним из направлений совершенствования деятельности в целом. Наиболее очевидным способом повышения эффективности протекания трудового процесса является его автоматизация. Бурное развитие информационных компьютерных технологий, совершенствование технической платформы и появление принципиально новых классов программных продуктов привело к изменению подходов к автоматизации управления предприятиями, автоматизации документооборота, автоматизации различных других процессов компаний.

Автоматизация бизнес-процессов – это перевод типовых бизнес-задач и стандартных операций под контроль программно-аппаратного комплекса. В результате высвобождаются ресурсы, что позволяет увеличить производительность труда и эффективность стратегического управления. Для оптимизации работы организации используют системы моделирования и оптимизации исполнения необходимых бизнес-процессов.

Рынок информационных ресурсов предлагает достаточно широкий спектр информационных систем, но многие компании желают иметь у себя на вооружении свои собственные системы, которые максимально удовлетворяют их потребностям. Данные системы должны быть способны не только выполнять рядовые задачи, но и иметь высокую надежность, стабильность и удобство эксплуатации.

Для создания качественной информационной системы по управлению процессами торговой платформы необходимо глубоко проанализировать данную предметную область и отразить все ее ключевые аспекты в программном продукте. В связи с этим, необходимо реализовать такое приложение, которое позволит:

- создавать пользователей под различные сферы деятельности платформы;
- обрабатывать информацию о клиентах, пользователях, товарах, заказах, платежах;
- постоянно информировать клиентов о статусе оказываемых услуг;
- динамично обогащать платформу контентом;
- вести общую статистику;

Основная часть. Объектом исследования для данной работы является информационная система торговой платформы.

Предметом исследования является микросервисная архитектура веб-приложения, основанная на *Java*-фреймворке *Spring*.

Целью проекта является разработка информационной системы управления процессами торговой платформы в виде веб-приложения.

Для реализации поставленной цели выполняется ряд задач:

- изучение предметной области;
- проектирование архитектуры системы;
- описание бизнес-процессов, требований;
- разработка информационной системы;
- проверка работоспособности.

На рисунке 1 представлена диаграмма вариантов использования администратора. Она демонстрирует доступный администратору функционал.

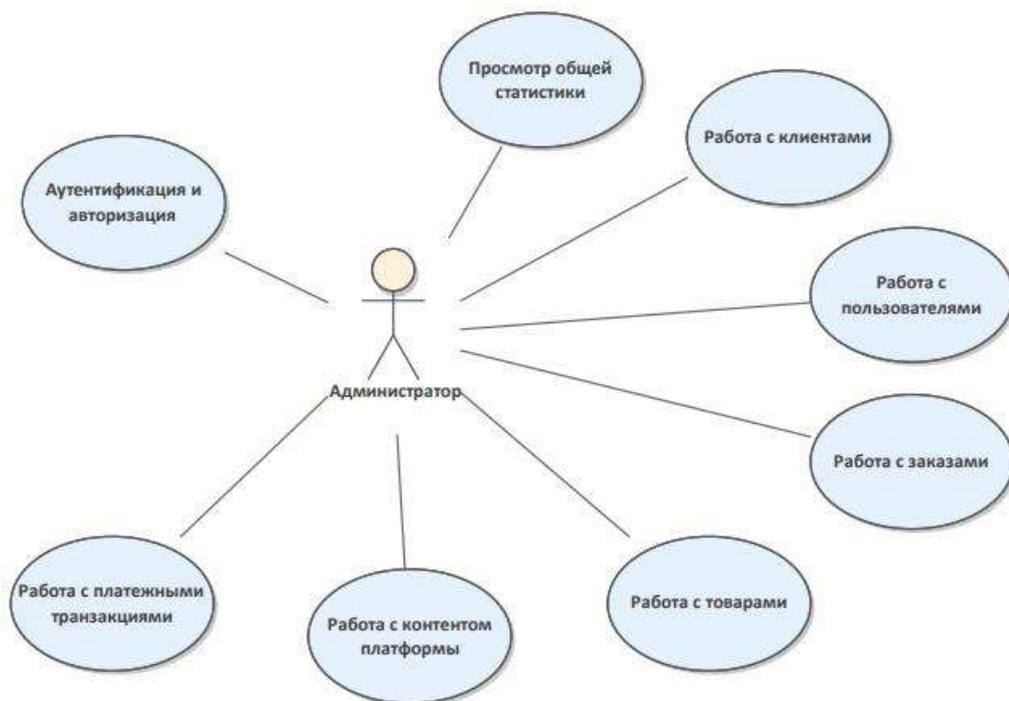


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования для администратора системы

Субъектом диаграммы является авторизованный пользователь (администратор).

Администратор имеет возможность осуществлять следующие действия в системе:

- просматривать общую статистику платформы по клиентам, посетителям, заказам, платежам и др.;
- работать с данными клиентов;
- управлять пользователями платформы;
- обрабатывать заказы;
- настраивать товары;
- отслеживать платежи.

Также в системе предусмотрено сохранение всех ключевых действий по работе с клиентами и заказами.

Клиентское приложение информационной системы разработано на языке программирования JavaScript с использованием фреймворка *React*.

Серверная часть разработана на языке *Java* с использованием фреймворков *Spring* и *Hibernate* и базы данных *PostgreSQL*.

JavaScript – это легковесный, интерпретируемый или JIT-компилируемый, объектно-ориентированный язык с функциями первого класса.

Java – это объектно-ориентированный язык программирования, предназначенный для создания приложений различного масштаба.

Spring – универсальный фреймворк с открытым исходным кодом для Java-платформы. Обеспечивает комплексную модель разработки и конфигурации для современных веб-приложений.

Spring Boot – проект, целью которого является упрощение создания приложений на основе *Spring*. Он позволяет наиболее простым способом создать веб-приложение, требуя от разработчиков минимум усилий по его настройке и написанию кода.

Заключение. Выполнен анализ предметной области, спроектирована архитектура системы, собраны требования, разработана модель данных и программная бизнес-логика. Система проверена на удобство и работоспособность.

Список литературы

1. Ричардсон, Крис. Микросервисы: паттерны разработки и рефакторинга/ Крис Ричардсон. – 3-е изд. : Пер. с англ. – СПб. : ООО «Питер», 2019. – 544 с.
2. Spring [Электронный ресурс]. Spring Framework. – VMware, 2022. – Режим доступа : <https://docs.spring.io/spring-framework/docs/current/reference/html>. – Дата доступа : 12.01.2022.
3. MDN [Электронный ресурс] – Веб-технологии для разработчиков. – Mozilla Corporation's, 1998. – Режим доступа : <https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript>. – Дата доступа : 12.01.2022.
4. PostgreSQL [Электронный ресурс] – PostgreSQL: The World's Most Advanced Open Source Relational Database. – The PostgreSQL Global Development Group, 1996. – Режим доступа : <https://www.postgresql.org/docs/>. – Дата доступа : 17.01.2022.
5. Java [Электронный ресурс]. Java. Oracle. – Oracle Inc., 2022. – Режим доступа : <https://docs.oracle.com/javase/tutorial/getStarted/intro/definition.html>. – Дата доступа : 12.01.2022.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM OF TRADING PLATFORM PROCESSES

Bahdzevich V.Y.

Belarusian State University of Informatics and Radio electronics, Minsk, Republic of Belarus

Prudnik A.M. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. This article discusses the development of a web application that is designed to automate the processes of the trading platform. The creation of this information system will allow the company's employees to perform a full cycle of business processes of the trading platform in an agreed mode, which in turn will increase the efficiency of employees and accelerate the client's receipt of the final result of services.

Keywords: web-application, trading platform

УДК 004.42:37.091.313

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ И ЕЕ ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Герасимович И.М.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Борисик М.М. – магистр техн. наук, старший преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация: Разработка программы для отслеживания состояний выполнения курсовых проектов.

Ключевые слова: система мониторинга курсовых проектов (СМКП), C#, MVVM

Основная часть. Целью данной работы является создание приложения для отслеживания выполнения курсовых проектов. Система может использоваться для отслеживания выполнения курсовых проектов, так и для отслеживания выполнения поэтапных работ.

Система состоит из клиентской части, серверной части и модуля взаимодействия между клиентской и серверной частями.

Проектируемая система должна выполнять следующие задачи:

- Предоставление информации о выполнении курсовых проектов студентами;
- Предоставление пользователям возможности обмена данными выполнения задач пользователей.

Исходя из анализа поставленных задач, сравнения с существующими конкурентными ресурсами, можно определить основные функции, которые должна выполнять проектируемая система:

- регистрация пользователя;
- авторизация пользователя;
- создание группы студентов;
- просмотр состава группы студентов;
- добавление студента в группу руководителя;
- удаление студента из группы руководителя;
- просмотр курсовых проектов студента;
- создание нового курсового проекта студента;
- удаление курсового проекта студента;
- редактирование списка курсовых проектов студента;
- добавление разделов курсового проекта студента;
- удаление разделов курсового проекта студента;
- подтверждение готовности к проверке раздела курсового проекта студента;
- подтверждение готовности раздела курсового проекта;
- добавление новой учётной записи пользователя;
- удаление существующей учётной записи пользователя;
- изменение пароля существующей учётной записи пользователя;

Данная система имеет преимущества в том, что она выводит пользователю актуальные состояния работ над проектами, позволяет пользователям одного проекта взаимодействовать между собой.

Во время проектирования и разработки СМКП использовался паттерн MVVM[1]. Разработка и взаимодействие клиентской и серверной частей СМКП реализована на языке программирования C# с использованием ADO.NET в среде Microsoft Visual Studio. Серверная часть СМКП реализована с помощью Microsoft SQL Server. Клиентская часть разработана и реализована на языке программирования C#.

Прототип интерфейса пользователя-руководителя проекта при просмотре с группы представлен на рисунке 1:

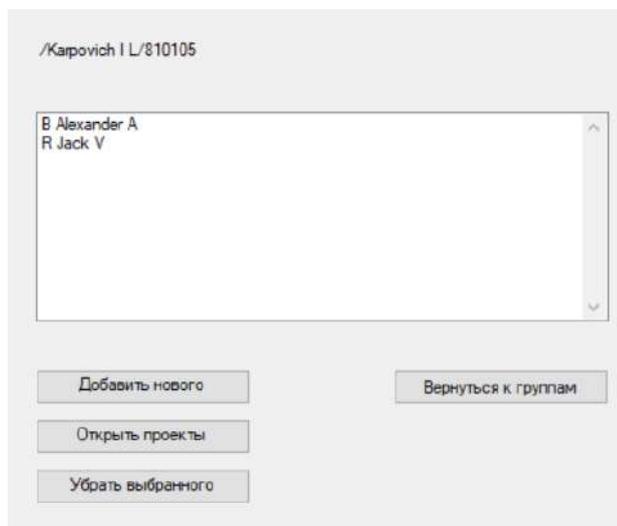


Рисунок 2 – Прототип интерфейса пользователя-руководителя проекта при просмотре с группы

Для достижения поставленных задач требовалось реализовать следующие функции:

- создание личного аккаунта пользователя;
- поиск пользователя;
- создание и редактирование групп пользователей;
- создание и редактирование проектов, этапов выполнения проектов;
- актуализация состояний этапов проектов.

Заключение. Разрабатываемая система позволит быстро отслеживать состояния выполнения этапов курсовых проектов с возможностью обратной связи после проверки.

Список литературы

1. MVVM [Электронный ресурс]. – 2016. – <https://highload.today/kratkoe-rukovodstvo-po-mvvm-klyuchevye-momenty-i-primery/>.
2. Руководство по MSSQL Server [Электронный ресурс]. – 2015. – <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/sql-server/?view=sql-server-ver15>

UDC 004.42:37.091.313

THE SYSTEM FOR MONITORING COURSE PROJECTS AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Herasimovich I.M.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Borisik M.M. – master of technical sciences, senior lecturer of the department of EPE

Annotation. Development of a program to track the status of the course project.

Keywords: course project monitoring system, C#, MVVM

УДК 004.738.5+331.101.1

ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ КЛЮЧЕВЫХ СЛОВ К ТЕКСТОВЫМ ДОКУМЕНТАМ

Марамыгина А.И.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Пилиневич Л. П. – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры ИПиЭ

Аннотация. Была разработана программа, осуществляющая генерацию ключевых слов для текстовых документов по их собственному содержанию. Для решения задачи были применены технологии машинного обучения и обработки естественных языков (*Natural Language Processing*). Обучение модели машинного обучения производилось на наборе текстовых данных, представляющем собой субтитры видеороликов с образовательного канала *TED*.

Ключевые слова: генерация ключевых слов, машинное обучение, обработка естественных языков

Введение. Скорость развития технологий в наш век рекордно большая для всей истории человечества. Мир движется к удобствам, экономии ресурсов, автоматизации и оптимизации всех процессов. В контексте информационных технологий во многом это удается благодаря разработке эффективных сервисов, которые направлены на облегчение работы людей, занимающихся рутинной и кропотливой деятельностью, которая, благодаря сервисам, теперь может выполняться практически без человеческого участия или контроля.

Программа генерации ключевых слов для текстовых документов может быть внедрена в самых разных областях, в которых производится работа с большими объёмами текстовых данных. Ключевые слова можно использовать в качестве инструмента для поиска информации в условиях обращения к большим объёмам текстовых данных, просмотреть и промаркировать которые вручную не представляется возможным или практичным. Кроме того, подобная программа может стать основой для последующей разработки продукта, позволяющего выделить в тексте главные мысли и резюмировать его содержание.

Автором статьи разработана программа, генерирующая ключевые слова с использованием алгоритмов машинного обучения (*ML*). Описаны технологии, примененные для подготовки и предварительной обработки данных.

Основная часть. Для создания программы генерации ключевых слов необходимо решить следующие задачи:

- определить наиболее подходящие технологии для разработки программы;
- получить качественные текстовые данные;
- очистить данные при необходимости;
- провести предобработку данных;
- осуществить векторизацию данных;
- обучить *ML*-модель, откалибровать её параметры.

Наиболее подходящим языком программирования для разработки программы генерации ключевых слов является язык *Python*, для которого существует большое число библиотек, предназначенных для работы с большими объёмами данных.

Для получения качественных данных необходимо выбрать такой источник, который позволил бы обеспечить большие объёмы разнообразных по тематике и лексикону текстов. Анализ проводился среди англоязычных образовательных *YouTube*-каналов, в результате был выбран канал с записями конференций *TED*. Причиной выбора послужил объём загруженных видеороликов (более 3,500 на момент получения данных), наличие субтитров для практически всех видео, разнообразие тем выступлений и отсутствие рекламных интеграций, которые могли бы повлиять на качество работы алгоритмов.

После получения текстовых данных проводилась их очистка с помощью регулярных выражений. В качестве предобработки были удалены стоп-слова, регистр первых букв в предложениях изменён с верхнего на нижний. Была осуществлена лемматизация.

В качестве первой попытки сгенерировать ключевые слова была применена технология *TF-IDF* (*Term Frequency – Inverse Document Frequency*) – статистическая мера, используемая для оценки важности слова в контексте документа, являющегося частью коллекции документов или корпуса [1].

```
Out[13]: ([('supernova', 6.016755770621052),
           ('atom', 3.8321503245419897),
           ('star', 3.506738791982303),
           ('oxygen', 3.2485690110858716),
           ('explosion', 3.2465079603977616)],
          ['Astronomy',
           'Science',
           'Universe',
           'Human Origins',
           'Human Body',
           'Cosmos',
           'Humanity',
           'Visualizations',
           'Space',
           'Solar System'])
```

Рисунок 1 – Сравнение ключевых слов, предсказанных с помощью *TF-IDF*, с фактическими ключевыми словами

Для получения более качественных результатов была опробована технология *word2vec*. *Word2vec* – общее название для совокупности моделей на основе искусственных нейронных сетей, предназначенных для получения векторных представлений слов на естественном языке [2, 3]. Так как все текстовые документы в наборе состоят из различного числа слов, а входные данные для обучения модели должны иметь постоянную размерность, необходимо было выбрать подход для обеспечения этого постоянства. Было решено выбрать самое значимое слово для каждого текста в соответствии с мерой *TF-IDF*, и его векторное представление в пространстве *word2vec* использовать в качестве набора входных признаков.

В качестве средства генерации выходных значений был обучен алгоритм *SVR* (*Support Vector Regression*).

```
Out[45]:
```

	y_predicted	y_true
41	NASA	Astronomy
42	science	Microbes
43	cancer	DNA
44	Physics	visible
45	biology	Science
46	poetry	culture
47	viruses	biology

Рисунок 2 – Сравнение ключевых слов, предсказанных с помощью *SVR* и *word2vec*, с фактическими ключевыми словами

Заключение. Была реализована программа генерации ключевых слов при помощи алгоритмов обработки естественных языков и машинного обучения, таких как лемматизация,

токенизация, *TF-IDF*, *SVR* и *word2vec*. Подход к выполнению задачи, описанный в статье, показал удовлетворительные результаты.

В качестве следующих шагов для улучшения работы программы следует улучшить обработку данных, а также провести генерацию ключевых слов, основываясь на более чем одном входном векторе. Возможно также применение рекуррентных нейронных сетей.

Список литературы

1. Солтон Дж. Динамические библиотечно-поисковые системы. М.: — Мир, 1979. — 89 с.
2. Mikolov T., Chen K., Corrado G., Dean J. Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space // In Proceedings of Workshop at ICLR. — 2013. — 193с.
3. Bengio Y., Ducharme R., Vincent P. A neural probabilistic language model // In Journal of Machine Learning Research. — 2003. 145 с.

UDC 004.738.5+331.101.1

KEYWORD GENERATION APPLICATION FOR TEXT DOCUMENTS

Maramygina A.I.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Pilinevich L.P. — Dr. Tech. Sc., full professor, professor of the department of EPE

Annotation. A program was developed that generates keywords for text documents according to their content. Machine learning and Natural Language Processing technologies were used to solve the problem. The machine learning model was trained on a text dataset that consists of subtitles of videos from the TED educational channel.

Keywords: keywords generation, machine learning, natural language processing

ТЕСТИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ

Садовский М.В., Медведев О.С.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Меженная М.М. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Рассмотрено тестирование на основе моделей, преимущества данного подхода. Затронута возможность использования облачных вычислений при модульном тестировании. А также описаны необходимые требования для автоматизированного тестирования на основе моделей.

Ключевые слова: тестирование, тестирование на основе моделей, MBT

Введение. Качество веб-услуг является важным фактором для предприятий, которые рекламируют или продают свои услуги в интернете. Тестирование сложных веб-сервисов, организованных в сервис-ориентированных архитектурах, является трудной и сложной проблемой. Тестирование на основе моделей (*Model-based testing, MBT*) является одним из решений, позволяющих справиться со сложностью тестирования. При *MBT* тестировщики не определяют тесты напрямую, а определяют структуру и поведение тестируемой системы с помощью моделей. Затем используется стратегия тестирования для получения тестовых случаев автоматически из моделей. Однако *MBT* дает большое количество тестов для сложных систем, которые требуют много ресурсов для их выполнения, что ограничивает его потенциал.

Основная часть. В рамках растущего успеха Интернета веб-сервисы, такие как онлайн-банкинг, стали важным средством предоставления услуг потребителям. Это привело к появлению сервис-ориентированных архитектур (*service-oriented architectures, SOA*) парадигмы, в которой программное обеспечение декомпозируется на отдельные веб-сервисы, слабо связанные друг с другом [1]. Важным аспектом *SOA* является то, что *Web*-сервисы описываются только с помощью их интерфейсов, независимо от их реализации и расположения. *SOA*-приложения объединяют *Web*-сервисы и определяют шаблоны для их взаимодействия. Этот процесс называется оркестровкой сервисов. Высокое качество имеет решающее значение для успеха веб-сервисов. Однако тестирования отдельных веб-сервисов в изоляции недостаточно, поскольку необходимо убедиться, что веб-сервис может функционировать в рамках полного *SOA*-приложения, а не только сам по себе. Таким образом, необходимо протестировать и известные оркестрации. Это приводит к ряду проблем при тестировании сервис-ориентированных решений, например:

– использование сервисов может быстро измениться, если они используются в новых или других оркестровках;

– исходный код или другая структурная информация сервисов часто недоступна, доступны только их интерфейсы. Это не позволяет использовать методы тестирования "белого ящика". Более того, это усложняет определение корректных имитационных объектов, необходимых для модульного тестирования сервисов;

– непредвиденная эволюция услуг других поставщиков в рамках оркестровки услуг может привести к всевозможным осложнениям в работе и обеспечении качества услуг, например, из-за изменения интерфейсов или поведения;

– создание тестовой среды со всеми необходимыми компонентами, такими как серверы приложений, конфигурации брандмауэров и мониторинг, само по себе уже является сложной задачей.

Тестирование на основе моделей (*Model-based testing, MBT*) обеспечивает решение многих проблем тестирования программного обеспечения. Модели обеспечивают высокий уровень абстракции, который позволяет компактно определить сложное поведение. Благодаря этому такие модели, как машины состояний, могут отражать поведение целых протоколов и

оркестров и, следовательно, подходят для тестирования *SOA*. Количество тестов, получаемых из модели, зависит от стратегии тестирования и сложности моделируемого программного обеспечения. Обычно стратегии тестирования пытаются получить определенное покрытие системы, например, путем выполнения всех событий системы или путем перевода системы во все ее логические состояния хотя бы один раз. Однако более сложные покрытия, например, когда должны быть охвачены все пары или даже тройки возможных событий, обычно не могут быть достигнуты из-за экспоненциально растущего числа тестов. Это особенно проблематично для большого и сложного программного обеспечения, такого как оркестрованные сервисы с множеством возможных путей взаимодействия. Таким образом, усилия по тестированию ограничены ресурсами, доступными для выполнения тестов[2].

Для преодоления ограниченности ресурсов целесообразно использовать облачные вычисления. С помощью облачных вычислений можно арендовать вычислительную инфраструктуру по требованию. Более того, одной из особенностей облачных вычислений является эластичность, которая позволяет динамически масштабировать вычислительную инфраструктуру в зависимости от текущих вычислительных потребностей. Это естественным образом подходит для масштабирования *MBT* и позволяет проводить крупномасштабные тестовые кампании с автоматически генерируемыми тестами для сложных *SOA*-оркестров.

Международный совет по квалификации тестирования программного обеспечения (*The International Software Testing Qualifications Board, ISTQB*) определяет *MBT* как "тестирование на основе или с использованием моделей" [3]. Это означает, что концептуальная модель *SUT* используется для создания тестов для системы. Это определение довольно общее и допускает различные тестовые артефакты, которые могут быть получены из моделей, например:

- абстрактные тестовые случаи, которые обеспечивают высокоуровневое описание задач для ручного тестирования. Тестовые примеры могут содержать не все необходимые значения или могут отсутствовать очевидные промежуточные шаги, что может привести к отклонениям при определении конкретных тестовых примеров на основе абстрактных тестов;
- конкретные тестовые случаи, предоставляющие всю необходимую информацию для повторяемого ручного тестирования. Может оказаться возможным автоматическое сгенерирование тестов с помощью ручных усилий;
- конкретные тестовые случаи, доступные в виде автоматически исполняемого тестового сценария, который может быть скомпилирован и исполнен.

Для автоматизированного *MBT* важно, чтобы тестовая модель была богата подробной информацией о *SUT*; в частности, необходимы три вещи: поведенческая модель, описание интерфейса и информация развертывания.

Первым требованием для автоматизированного *MBT* является структурное описание *SUT*, включающее интерфейсы, открываемые *SUT*. Описание интерфейса должно описывать операции, которые могут быть вызваны, а также структуры данных, используемые для ввода и вывода этими операциями.

Вторым требованием для автоматизированного *MBT* является поведенческая модель *SUT*. Задача поведенческой модели – определить, как должен вести себя *SUT* при взаимодействии с окружающей средой. На основе этого определения используется стратегия тестирования для получения тестовых случаев из поведенческой модели. Комбинация поведенческой модели и стратегии тестирования определяет, какие и сколько тестовых примеров будут получены из модели.

Третьим требованием для автоматизированной *MBT* является информация о развертывании *SUT*. Существует два места, где может содержаться эта информация.

1. Эта информация становится частью тестового набора, в котором выполняются тестовые случаи. В данном случае эта информация не содержится в модели, а добавляется непосредственно во время выполнения теста.

2. Информация содержится в модели и входит в состав сгенерированных тестовых примеров.

Заключение. Таким образом при рассмотрении процесса тестирования на основе моделей, наилучшим вариантом является привлечение облачных сервисов, для проведения вычислений. При этом необходимо соблюдать требования для автоматизированного тестирования.

Список литературы

1. Erl, T.: *Service-Oriented Architecture: Concepts, Technology, and Design*. Pearson Education India, Karnataka (2005).
2. Barcelona Liédana, M.A., López-Nicolás, G., García-Borgon òn, L.: *Practical experiences in the usage of midas in the logistics domain*. *J. Softw. Tools Technol. Transf. (STTT)* (2016).
3. *International Software Testing Qualifications Board (ISTQB): Standard glossary of terms used in Software Testing, Version 2.1* (2010).

UDC 004.054

MODEL-BASED TESTING

Sadovskiy M.V., Medvedev O.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Mezhennaya M.M. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. The paper considers model-based testing, the advantages of this approach. The possibility of using cloud computing in unit testing is touched upon. It also describes the necessary requirements for automated model-based testing.

Keywords: testing, model-based testing, MBT

УДК 621.3.049.77–048.24:537.2

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РАБОЧИМ ПРОСТРАНСТВОМ

Калинин К.Н.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Прудник А.М. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В данной статье рассматривается разработка программного продукта представляющее собой веб-приложение, которое предназначено для улучшения и автоматизирования учета рабочего пространства офисных и других специализированных помещений. Создание данного приложения позволит повысить эффективность использования рабочего пространства для офисных компаний.

Ключевые слова: веб-приложение, электронное устройство

Введение. Пандемия 2020 года показала, насколько большинство офисных компаний не адаптированы для перехода на удаленный режим работы, со временем проблема была решена, однако не все компании со спадом пандемии стремительно возвращаются в штатный режим. Большинство таких перешли на смешанный режим, когда часть сотрудников работает в удаленном режиме, часть в штатном. Поскольку рабочее место сотрудника предписывается либо на словесной договоренности, либо на бумажных документах, то могут возникать конфликты с перемещением сотрудника на другое рабочее место. Решение таких конфликтов может послужить специальное программное обеспечение, позволяющее в режиме реального времени контролировать рабочее пространство сотрудников из любого места(удаленно/штатно).

Возможности специального веб-приложения определяет администрация офиса/компании, и все же основные это:

- закрепление рабочего места за определенным сотрудником;
- переопределение рабочего места сотрудника;
- открепление рабочего места от сотрудника (при условии перехода на удаленную работу или увольнение сотрудника).

Эти основные возможности позволят администрации офиса гибко управлять рабочим пространством офиса, оперативно отвечая на запросы сотрудников касательно вопрос офисного пространства, что в свою очередь повысит удовлетворенность сотрудников и их работоспособность.

Основная часть. Объектом исследования для данной работы является автоматизированная система учета рабочего пространства.

Предметом исследования является автоматизация системы распределения рабочего пространства между сотрудниками.

Целью проекта является разработка веб-приложения автоматизированной системы учета рабочего пространства офисного помещения.

Для реализации поставленной цели выполняется ряд задач:

- создание абстрактной модель системы, при помощи *UML*-диаграмм;
- создание диаграммы использования;
- описание бизнес-процесс работы клиентского приложения (*IDEF0*);
- разработка мобильного приложения интернет-магазина;
- выполнение отладки ошибок, обнаруженных в процессе разработки.

Клиентское приложение для данного проекта разработано на языке программирования *JavaScript* с использованием библиотеки *React*.

Серверная часть разработана на языке Java с использованием фреймворка *Spring Core* и *Hibernate* и базы данных *PostgreSQL*.

JavaScript – это легковесный, интерпретируемый или JIT-компилируемый, объектно-ориентированный язык с функциями первого класса.

Java – это объектно-ориентированный язык программирования, характерный кроссплатформенностью. Платформа *Java* отличается от большинства других платформ тем, что это программная платформа, работающая поверх других аппаратных платформ [7].

Spring Core – универсальный фреймворк с открытым исходным кодом для *Java*-платформы. Обеспечивает комплексную модель разработки и конфигурации для современных бизнес-приложений. Ключевой элемент *Spring* – поддержка инфраструктуры на уровне приложения, поэтому разработчики могут сосредоточиться на бизнес-логике без лишних настроек в зависимости от среды исполнения.

Заключение. Выполнен анализ предметной области, разработана база данных хранения информации о рабочем пространстве офисного помещения и пользователей. Разработано приложение, основанное на клиент-серверной архитектуре, связь реализована по протоколу *HTTP*. Создан простой и удобный пользовательский интерфейс.

Список литературы

1. Браун, Этан. Изучаем JavaScript: руководство по созданию современных веб-сайтов / Этан Браун. – 3-е изд. : Пер. с англ. – СПб. : ООО «Альфа-книга», 2017. – 368 с.
2. Бэнкс, Алекс. React и Redux: функциональная веб-разработка / Алекс Бэнкс, Ева Порселло. – СПб. : Питер, 2018. – 336 с.
3. Айзенман, Бонни. Learning React Native: Building Native Mobile Apps with JavaScript / Бонни Айзенман. – O'Reilly Media, 2017. – 242 с.
4. MDN [Электронный ресурс] – Веб-технологии для разработчиков. – Mozilla Corporation's, 1998. – Режим доступа : <https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript>. – Дата доступа : 12.01.2022.
5. PostgreSQL [Электронный ресурс] – PostgreSQL: The World's Most Advanced Open Source Relational Database. – The PostgreSQL Global Development Group, 1996. – Режим доступа : <https://www.postgresql.org/docs/>. – Дата доступа : 12.01.2022.
6. Честный рейтинг бесплатных систем учета рабочего времени сотрудников 2022 года [Электронный ресурс]. Биткоп. – Bitcop., 2022. – Режим доступа : <https://bitcop.ru/monitoring/top-10-besplatnyh-sistem-ucheta-rabochego-vremeni-sotrudnikov>. – Дата доступа : 12.01.2022.
7. Java [Электронный ресурс]. Java. Oracle. – Oracle Inc., 2022. – Режим доступа : <https://docs.oracle.com/javase/tutorial/getStarted/intro/definition.html>. – Дата доступа : 12.01.2022.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

AUTOMATED ELECTRONIC COMMERCE MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM

Kalinin K.N.

Belarusian State University of Informatics and Radio electronics, Minsk, Republic of Belarus

Prudnik A.M. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. This article discusses the development of a software product for web-application, which is designed to improve and automate the accounting of the working space of office and other specialized premises. The creation of this application will improve the efficiency of using the workspace for office companies.

Keywords: mobile application, electronic device

УДК 621.3.049.77–048.24:537.2

ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕСТИРОВАНИЯ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСА ПО ОБРАБОТКЕ ДОКУМЕНТОВ

Прасков В.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Осипович В.С. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В данной статье рассматривается разработка программного модуля для автоматизации тестирования интернет-ресурса, которое предназначено для улучшения и ускорения тестирования программного продукта. Создание данного модуля позволит экономить ресурсы, затрачиваемые на тестирование приложения, а фреймворк автоматизации может быть использован для написания других модулей автоматизации тестирования веб-приложений.

Ключевые слова: автоматизация тестирования, интернет-ресурс

Введение. С каждым годом сфера автоматизации тестирования расширяется за счет создания новых инструментов. На самом деле, это гораздо быстрее и надежнее, чем тестирование ресурса вручную. За счет множества новых инструментов и их простоты клиент имеет возможность самостоятельно отслеживать состояние своего продукта.

Потенциал современных информационных технологий развивается все быстрее и быстрее с каждым днем, что открывает множество новых возможностей для более быстрого выпуска новых версий приложения.

Без помощи информационных технологий, бизнес не сможет нормально функционировать и приносить максимальную прибыль, т.к. огромное количество людей пользуется смартфонами, компьютерами и иными устройствами. Если несколько лет назад оформление документа в соответствии с требованиями было задачей, выполняемой исключительно вручную, то сейчас достаточно просто загрузить документ, выбрать требования и дождаться его обработки.

Ввиду того, что существует огромное количество требований, тестирование их всех вручную будет занимать очень много времени, что замедлит выпуск версии с новым функционалом и исправленными ошибками.

Для того, чтобы быстро и качественно протестировать систему на большом количестве документов и требований, исключая человеческий фактор, должен быть разработан модуль автоматизации тестирования.

Автоматизация тестирования приложений основана на написании кода. Методика автоматизированного тестирования позволяет создать ожидаемый сценарий, а затем сравнить его с реальным и указать расхождения. Подход наиболее применим в сложных приложениях с большой функциональной частью. Особой популярностью пользуется автоматизация тестирования труднодоступных мест приложения, валидационных форм, базовых операций, часто используемой функциональности.

Для создания качественного модуля для автоматизации тестирования интернет-ресурса необходимо учитывать предпочтения заказчика и пользователей. В связи с этим, необходимо реализовать такой модуль, который позволит:

- запускать набор автоматизированных тестов на разных браузерах и операционных системах;
- формировать понятный отчет о состоянии системы со статистикой, описанием шагов, скриншотами;
- легко поддерживать существующие и автоматизировать новые тесты.

Основная часть. Объектом исследования для данной работы является система интернет-ресурса по обработке документов.

Предметом исследования является автоматизация тестирования интернет-ресурса.

Целью проекта является разработка системы автоматизации тестирования интернет-ресурса с помощью инструмента автоматизации *Selenium Web Driver* [2].

Для реализации поставленной цели выполняется ряд задач:

- создание фреймворка для автоматизации тестирования;
- настройка *CI* системы для запуска тестов;
- создание модуля для формирования отчета;
- создание файла конфигурации для браузера;
- выполнение отладки ошибок, обнаруженных в процессе разработки.

На рисунке 1 представлен файл конфигурации драйвера браузера, с помощью которого будет производиться тестирование ресурса. В нем находятся настройки для разных функций драйвера, а также реализована возможность передачи параметров для обеспечения возможности тестирования ресурса на разных окружениях.

```
{
  "targetEnvironment": "${Environment}",
  "pathToEnvironmentResources": "ZigZag.Definitions/Resources/Environment",
  "PathToProjectConfig": "ZigZag.Definitions/Resources/Configuration",
  "browserName": "chrome",
  "isRemote": false,
  "remoteConnectionUrl": "http://localhost:4444/wd/hub",
  "isElementHighlightEnabled": true,
  "driverSettings": {
    "chrome": {
      "webDriverVersion": "${ChromeDriverVerion}",
      "capabilities": {
        "enableVNC": true,
        "unhandledPromptBehavior": "default"
      },
      "options": {
        "intl.accept_languages": "en",
        "safebrowsing.enabled": "true",
        "profile.default_content_settings.popups": "0",
        "disable-popup-blocking": "true",
        "download.prompt_for_download": "false",
        "download.default_directory": "C:\\ZigZagDownloads"
      }
    },
    "startArguments": [
      "--headless",
      "--disable-dev-shm-usage",
      "--no-sandbox",
      "test-type",
      "--disable-popup-blocking",
      "--disable-default-apps",
      "--disable-browser-side-navigation",
      "--disable-gpu",
      "disable-infobars",
      "--disable-notifications",
      "window-size=1920,1080"
    ],
    "pageLoadStrategy": "Normal"
  },
  "firefox": {},
  "iexplorer": {},
  "edge": {},
  "edgechromium": {},
  "safari": {}
},
"timeouts": {},
"retry": {},
"logger": {},
"elementCache": {}
}
```

Рисунок 1 – Файл конфигурации браузера для тестирования

Данный файл предоставляет возможность тестировать ресурс на разных браузерах и их большом количестве их версий с различными настройками. С помощью данного файла становятся доступными такие важные опции, как: логирование, настройка ожиданий, запуск тестов на удаленном браузере.

Программный модуль для данного проекта разработано на языке программирования *C#*, который является частью большой платформы *.Net Core* с использованием инструмента *Selenium Web Driver*.

Сценарии описаны на языке *Gherkin* с использованием фреймворка *Specflow*, который используется для реализации *BDD* подхода в разработке.

SpecFlow – это программный инструмент, поддерживающий разработку, основанную на поведении. Центральным элементом подхода *BDD* является синтаксический анализатор обычного языка, называемый *Gherkin*. Это позволяет указать ожидаемое поведение программного обеспечения на понятном для клиентов логическом языке.

C# – это объектно-ориентированный язык программирования, характерный кроссплатформенностью, простой и *C*-подобным синтаксисом [5].

.Net Core – это модульная платформа для разработки программного обеспечения с открытым исходным кодом. Совместима с такими операционными системами как *Windows*, *Linux* и *MacOS*. Была выпущена компанией *Microsoft*.

Заключение. Настроена *CI* система для возможности запуска тестов автоматически по расписанию, а также формирования отчетов. Разработан универсальный фреймворк автоматизации тестирования, который может быть использован для автоматизации тестирования других веб-приложений.

Список литературы

1. Совершенный код/ Стив Макконакел. – 2-е изд. : Пер. с англ. – БХВ. : ООО «БХВ-Петербург», 2021. – 868 с.
2. WebDriver [Электронный ресурс] – Джейсон Хаггинс. – Режим доступа : <https://www.selenium.dev/documentation/webdriver/>. – Дата доступа : 13.01.2022.
3. SpecFlow documentation [Электронный ресурс] – The SpecFlow Team. – Режим доступа : <https://docs.specflow.org/projects/specflow/en/latest/>. – Дата доступа : 13.01.2022.
4. 10 Test Automation Best Practices to follow [Электронный ресурс]. Browserstack. – Browserstack Inc., 2022. – Режим доступа : <https://www.browserstack.com/guide/10-test-automation-best-practices>. – Дата доступа : 13.01.2022.
5. C# documentation [Электронный ресурс]. Microsoft. – Режим доступа : <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/>. – Дата доступа : 13.01.2022.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

SOFTWARE MODULE FOR AUTOMATION OF TESTING OF THE INTERNET RESOURCE FOR DOCUMENT

Praskov V.V.

Belarusian State University of Informatics and Radio electronics, Minsk, Republic of Belarus

Osipovich V.S. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. This article discusses the development of a software module for automating the testing of an Internet resource, which is designed to improve and speed up testing of a software product. The creation of this module will save resources spent on testing the application, and the automation framework can be used to write other modules for automating testing of web applications.

Keywords: test automation, internet resource

ТЕСТИРОВАНИЕ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

Гацко А.А., Медведев О.С., Коркин Л.Р.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Меженная М.М. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Рассмотрено тестирование имитационных моделей, включая основные концепции и направления тестирования. Также представлена актуальность использования имитационных моделей при тестировании сложных систем.

Ключевые слова: тестирование, валидация, верификация, имитационных

Введение. Впервые термин «модульное тестирование» появляется в материалах *Wintersim* в 1988 году, однако термин применяется к тестированию среды моделирования, а не собственно модели. Конференция по тестированию программного обеспечения существует с 1988 года. Так, уже в 1988 году на этой конференции обсуждалась проблема организации параллельной разработки имитационной модели и «функциональных тестов» к ней.

Основная часть. Валидация модели – это процесс подтверждения того, что построенная модель достаточно хорошо представляет объект исследования. Иными словами, валидация модели отвечает на вопрос – правильная ли модель используется в исследовании.

Верификация модели – это процесс подтверждения того, что модель реализована в среде моделирования именно так, как спроектирована, без искажений. Верификация отвечает на вопрос – правильно ли разработана модель.

Тестирование модели – это процесс нахождения неточностей и ошибок модели. При тестировании на вход модели подаются заранее подготовленные наборы входных данных, а на выходе проверяется соответствие выходных данных ожидаемым результатам.

Модульное тестирование – термин, широко используемый в разработке программного обеспечения, относится к проверке корректности отдельных программных модулей, обычно небольших – классов и функций. С одной стороны, во многих контекстах функциональное тестирование эквивалентно модульному тестированию. Однако функциональное тестирование может относиться к тестированию некоторого аспекта функциональности программного обеспечения (ПО), проявляющегося во взаимодействии нескольких модулей (классов или функций). В имитационном моделировании целесообразно использовать именно термин «функциональное тестирование», так как чаще всего тестируется именно корректность взаимодействия нескольких логических модулей.

Однако с возрастанием сложности модели, а также длительности ее активного использования и доработки, сложность поддержания корректности модели возрастает. Так, например, при добавлении в модель нового аспекта поведения агента часто требуется проверить корректность взаимодействия добавляемого аспекта с уже реализованными. По результатам такой проверки часто выясняется, что логика уже реализованных аспектов поведения также нуждается в корректировке. Корректировка уже реализованной логики может привести к внесению в нее ошибок. Такие ошибки выглядят особенно нелепо с точки зрения конечного пользователя модели – после добавления новых аспектов поведения старые сценарии, в которых вроде бы нет таких новых аспектов, начинают почему-то исполняться с ошибками.

Усугубляет ситуацию то, что ошибки могут быть внесены не в логику поведения отдельных агентов, а в порядок взаимодействия агентов в определенной ситуации. В таком случае ошибка может обнаружиться много позже того момента, когда приводящая к ней логика была реализована, и затраты времени на ее исправление значительно возрастают.

Хорошим практическим решением описанной проблемы является создание набора тестов, подтверждающих, что работа уже реализованной логики модели соответствует ожиданиям. В тестировании ПО этот подход называется регрессионным тестированием. На практике становится ясно, что тесты логично добавлять непосредственно после реализации соответствующей функциональности. В этом случае разработчик модели наиболее полно погружен в контекст разрабатываемой функциональности, и для создания тестов требуется минимум затрат времени. Кроме того, успешное выполнение теста служит своеобразным критерием приемки разработанной или доработанной функциональности.

О том, как реализовать тестирование в коммерческой разработке, написано немало книг, и в области ИМ эта задача тоже не нова. Так, например, в публикациях конференции *WinterSim* 1995 года затрагиваются аспекты автоматизированного тестирования ИМ и предлагаются некоторые решения. К решению задачи тестирования ИМ в среде *AnyLogic* уже прибегали, но удовлетворительного решения для автоматизации тестирования предложено не было. Данная статья предлагает конфигурацию ИМ для организации ее тестирования в *AnyLogic*.

Структура проекта в *AnyLogic*

Предлагаемая структура проекта содержит четыре модуля, каждый из которых реализован в виде отдельного файла модели *AnyLogic*:

1. Модель данных (*DataModel*) – набор классов, описывающих предметную область. Корневой класс модели данных можно назвать «*Scenario*» – сценарий, содержащий всю необходимую информацию о предметной области. Также этот модуль может содержать классы, отвечающие за считывание / сохранение модели данных из файла / базы данных, а также за проверку корректности этих данных.

2. Модель (*ModelUnderTest*) – имитационная модель, которую необходимо протестировать. Эта модель не должна содержать простой эксперимент (*Simulation*) для запуска. По возможности она также не должна содержать анимацию, связанную со сбором данных для визуализации и статистики. Иными словами, важно как можно более строго соблюдать принцип отделения логики модели от ее внешнего представления. Эта имитационная модель будет запускаться с помощью JUnit-тестов без анимации и не будет содержать логику анимации.

3. Модель с анимацией (*AnimationModel*) – имитационная модель, содержащая анимацию и статистику. Этой моделью можно пользоваться для запуска конечного приложения и для запуска анимации при анализе корректности работы модели при тестировании. 780 Секционные доклады ИММОД - 2021 458

4. Среда тестирования (*UnitTests*) – проект, содержащий все необходимое для организации процесса тестирования. Такая среда тестирования может использоваться как шаблон и для других проектов. Например, если создается тест для транспортной модели, к названию среды тестирования можно добавить префикс «*TransportModel*» (*TransportModelUnitTests*). Этот проект содержит классы с JUnit-тестами, а также ссылки на Jar-файлы (*a.jar* и *b.jar*), необходимые для запуска тестов.

Наличие тестов позволяет более уверенно добавлять новую функциональность, снижая риск внесения ошибок. Тестирование становится одним из ключевых способов управления сложностью, в особенности при командной разработке и создании моделей в несколько этапов.

Потребность в тестировании сложных моделей также косвенно подтверждается наличием в профессиональном сообществе следующих практик, заменяющих тестирование или служащих схожим с тестированием целям:

- создание «эталонных» сценариев, дающих ожидаемые результаты;
- анализ поведения модели при граничных значениях входных параметров;
- подсчет материального баланса и других контрольных значений.

Таким образом, потребность в тестировании заметно возрастает с ростом сложности и срока использования имитационной модели.

Потребность в тестировании имитационных моделей возрастает с ростом их сложности и срока использования, а встроенных средств функционального тестирования моделей в популярных инструментах ИМ нет. При создании моделей не в средах ИМ, а в инструментах программирования общего назначения имеется возможность использовать подходы к тестированию, являющиеся стандартными в индустрии разработки ПО. Однако тестирование имитационных моделей имеет свои особенности, отличающие его от тестирования ПО в целом. Эти особенности хорошо теоретически освещены в научной литературе, однако требуют осмысления и обобщения для создания практических рекомендаций по тестированию моделей.

Заключение. Практика показывает, что даже при наличии технических средств тестирования наиболее сложным аспектом тестирования ИМ является не разработка самих тестов, а проектирование моделей таким образом, чтобы ключевые алгоритмы модели можно было выделить в отдельные, независимые от других алгоритмов, модули.

Тем не менее, применение функционального тестирования позволяет разработчикам контролировать сложность даже больших ИМ и избегать снижения скорости разработки по мере роста сложности моделей. Наличие тестирования открывает дополнительные возможности по анализу логики моделей, такие как расчет степени покрытия тестами функциональности модели и оценка качества тестов с помощью мутационного тестирования.

Представляется целесообразным внедрение тестирования в практику работы разработчиков ИМ, в особенности в проекты по разработке больших и сложных имитационных моделей. Это, в свою очередь, требует наличия встроенных или добавления поддержки внешних средств тестирования в популярные инструменты и среды моделирования.

Список литературы

1. Особенности тестирования мобильных приложений [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://qaevolution.ru/osobennosti-testirovaniya-mobilnykh-prilozhenij/> – Дата доступа: 23.02.2022.
2. Тестирование имитационных моделей [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <https://habr.com/ru> – Дата доступа: 12.02.2022.
3. Научные статьи [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article> – Дата доступа: 23.02.2022.

UDC 004.052.2

SIMULATION TESTING

Hatsko A.A., Medvedev O.S., Korkin I.R.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Mezhennaya M.M. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. The testing of simulation models is considered, including the basic concepts and directions of testing. The relevance of using simulation models when testing complex systems is also presented.

Keywords: testing, validation, verification, simulation

УДК 378.018.43

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА ОНЛАЙН ОБУЧЕНИЯ

Плешко А.Ю.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Медведев О. С. – магистр техн. наук, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Разработано универсальное для пользователей веб-приложение образовательной платформы онлайн обучения.

Ключевые слова: веб-приложения, программное обеспечение, клиент-серверное приложение, образовательная платформа

Введение. Разработанный программный продукт образовательной платформы представляет собой веб приложение, разработанное для онлайн обучения, посредством создания информационного образовательного пространства. Данный программный продукт поможет развить свои карьерные навыки в любое время и в любом удобном месте, поможет обеспечить обратную связь педагога с учениками, а также предоставит план обучения, определяющий путь, который должен пройти пользователь, из каких элементов состоит этот путь и как правильно его выстроить с точки зрения разработки и выделения единицы контента

Цель работы – разработать платформу онлайн обучения с целью повышения качества обучения и пересмотреть давно известные методы преподавания с помощью возможностей, предоставляемых современными технологиями.

Объект разработки – образовательная платформа онлайн обучения.

Основная часть. Основные функциональные возможности программного продукта:

- прохождение учебного материала выбранной темы студентом;
- проверка домашнего задания со стороны преподавателя;
- редактирование личной информации пользователя;
- обратная связь между преподавателем и студентом;
- добавление курсов администратором;
- удаление пользователей со стороны администратора;
- отслеживание ежедневного обучения путем прохождения материала.

Конкурентным преимуществом программного продукта по сравнению с существующими аналогами является: возможность обучения с отслеживанием ежедневного показателя активности студента; обратная связь с преподавателем.

Реализуемое программное обеспечение представляет собой многостраничное веб приложение, построенное посредством клиент-серверной архитектуры, определяющей общие принципы организации взаимодействия в сети, где имеются серверы, узлы-поставщики некоторых специфичных функций и клиенты (рис. 1).

Многостраничное веб приложение позволяет за короткий промежуток времени произвести изменения или добавить новые данные в БД, а также в дальнейшем серверная часть дает возможность адаптировать наше приложение под другие устройства. При разработке данного веб-приложения используется операционная система *Windows*. Для серверной части используется язык *JavaScript* и платформа *Node.js*. Клиентская часть, в свою очередь, соержит язык *JavaScript* и библиотеку *React*. Для взаимодействия с БД используется такая СУБД как *PostgreSQL*. Данные между серверной и клиентской сторонами передаются в виде *JSON* формата.

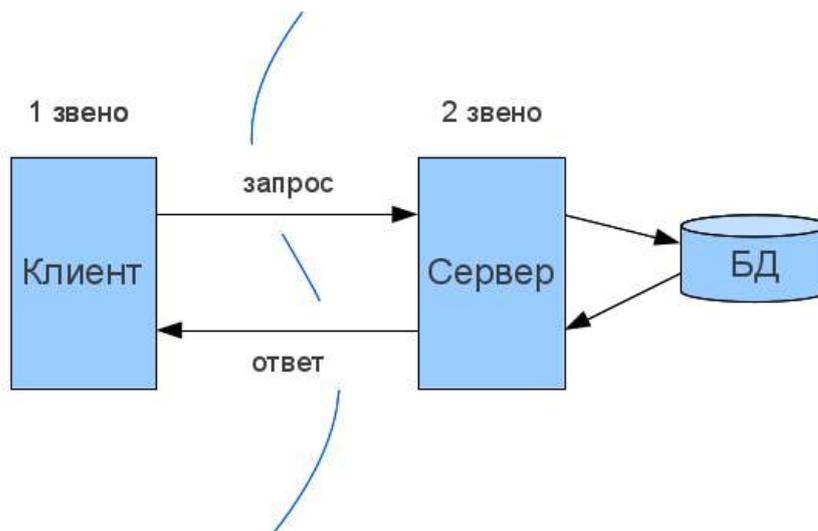


Рисунок 1 – Клиент-серверная архитектура

Система реализована с использованием *REST* подхода, служащего для организации взаимодействия приложений (или компонентов одного приложения) через сеть. Были применены 5 требования для *RESTful* веб-API:

- клиент-серверная архитектура;
- отсутствие состояния;
- кэширование;
- единообразие интерфейса;
- добавление курсов администратором;
- код по требованию.

В зависимости от статуса пользователя предоставляется доступ к системе, которая состоит из трех режимов работы: администратор, преподаватель, студент. У каждого режима работы существуют свои функциональные возможности. При запуске системы пользователь проходит процедуру авторизации посредством ввода данных своего логина и пароля и получает ограниченный доступ к функционалу программного продукта. Для каждого из режимов пользователей реализован свой макет, к которому подключен необходимый функционал (рис. 2).

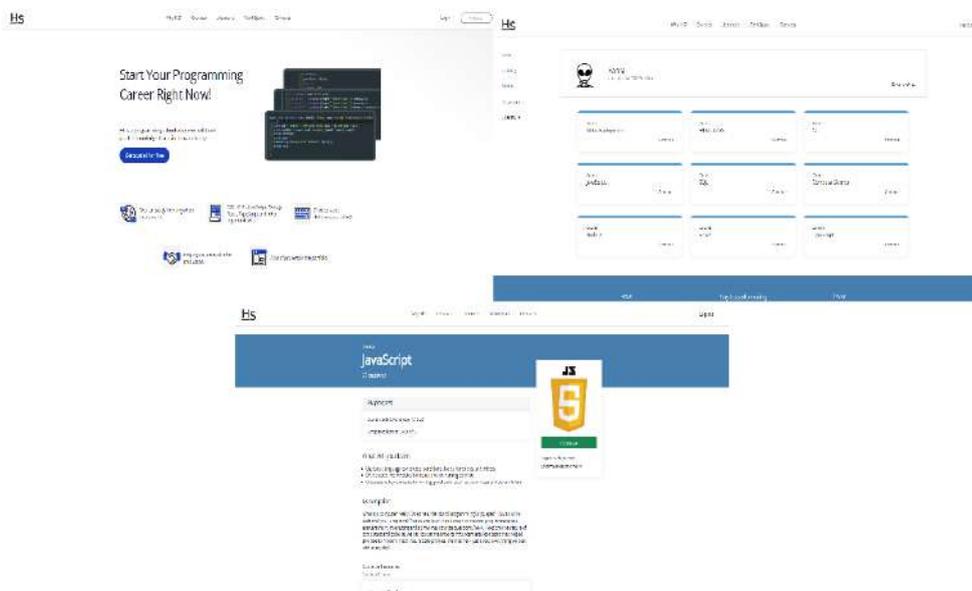


Рисунок 2 – Макеты веб приложения образовательной платформы онлайн обучения

Заключение. Образовательная платформа онлайн обучения, созданная для повышения карьерных навыков, является полноценным и работоспособным программным продуктом, в полном объеме обеспечивающим образовательные потребности учащихся. В программе реализованы все функциональные возможности, описанные в проектировании задачи, а также реализованы все основные задачи. Программа предусматривает возможность дальнейшей доработки: реализация локального рабочего пространства с последними новостями образовательной платформы, объединение студентов в группы, рабочий чат для общения студентов, относящихся к определенной образовательной группе, регистрация на платформе посредством GitHub и автоматическое добавление всех проектов в репозиторий.

Список литературы

1. Интеграция веб-приложений: эргономические аспекты [Электронный ресурс]. – Habr – 2016. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/alee/blog/122617> – Дата доступа: 23.03.2021.

2. Д. Хэррон Node.js. Разработка серверных веб-приложений в JavaScript: Пер. с англ. Слинкина А. А. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 144 с.

3. Выбор между традиционными веб-приложениями и одностраничными приложениями [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/architecture/modern-web-apps-azure/choose-between-traditional-web-and-single-page-apps> – Дата доступа: 23.03.2021.

4. RESTful web API design [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/architecture/best-practices/api-design> – Дата доступа: 23.03.2021.

UDC 378.018.43

ONLINE LEARNING PLATFORM

Pleshko H.Y.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Medvedev O. S. - master of technical sciences, assistant of the department of EPE

Annotation. The universal user-friendly web application of the online learning platform was developed.

Keywords: web applications, software, client-server application, educational platform

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОБМЕНА КНИГАМИ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ермоленко В.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Иванова Е.С. – магистр техн. наук, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Целью проекта стало создание мобильного приложения для обмена книгами и его эргономическое обеспечение. В мире наблюдается тенденция к сохранению природных ресурсов и более экологичным методам производства. Человек нуждается в системе, которая могла бы предоставить возможность читать печатную литературу без вреда экологии и финансово не затратную. Разработанная система предоставляет удобную платформу для обмена книгами с другими пользователями.

Ключевые слова: обмен книгами, мобильное приложение, эргономика

Введение. На данный момент в мире наблюдается все большая тенденция к всеобъемлющей и повсеместной цифровизации. Это касается и литературы. В сети Интернет существует множество сервисов, занимающихся распространением электронных версий большого количества книг. Однако интерес к печатной литературе существенно не снизился даже среди молодого населения.

В условиях мировой тенденции к наиболее экологически чистым методам производства все больший интерес у людей вызывает переиспользование различных материальных благ. Большую популярность имеет такой способ приобретения литературы как буккроссинг. В сущности, буккроссинг является добровольным обменом книгами между заинтересованными людьми. Данный метод получения литературы является более экологичным и финансово выгодным, чем покупка печатных или электронных версий книг.

Принимая во внимания потребности современного пользователя и было спроектировано мобильное приложение для обмена книгами, удовлетворяющее основным требованиям по функциональности, удобству использования и доступности для конечного потребителя.

Основная часть. Главные составляющие эргономического проектирования - описание системы «человек-машина-среда», обоснование эргономических требований к системе, определение главных функций системы, разработка структуры системы, алгоритма работы пользователей[1].

На первых этапах эргономического проектирования системы были детально проработаны её основные функции. Это позволило значительно упростить процесс реализации, заранее расставить приоритеты и точнее понять концепцию продукта. Диаграмма вариантов использования для пользователя без привилегий представлена на рисунке 1.

Заключение. Были точно определены цели системы, её позиционирование на рынке и целевую аудиторию. Касательно системы мобильного приложения для обмена книгами одними из главных факторов является наиболее распространенная операционная система для мобильных устройств на территории Республики Беларусь, а также требования данной системы к проектированию программных продуктов.

Для формирования требований к проектируемому приложению были реализованы следующие задачи:

- выполнен аналитический обзор научной и технической литературы по проблемам эргономического проектирования и оценки образовательных информационных систем;
- осуществлен сравнительный анализ аналогичных мобильных приложений;
- разработаны эргономические требования для оптимизации деятельности пользователей;

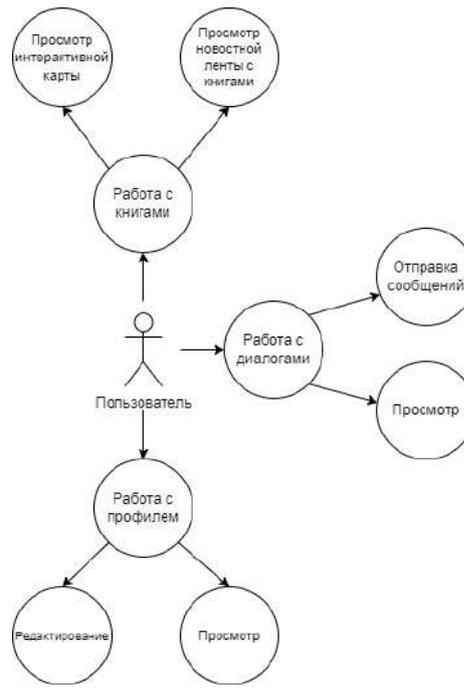


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования в режиме «Пользователь»

– выполнено проектирование мобильного приложения для обмена книгами с учетом эргономических требований.

Для разработки приложения выбрана операционная система *Android*. В качестве основного языка программирования используется *Kotlin*.

Список литературы

1. Шупейко, И. Г. Эргономическое проектирование систем «человек–компьютер–среда». Курсовое проектирование / Шупейко, И. Г. – Минск: БГУИР, 2012. - 92с.
2. Google *Android Documentation* [Электронный ресурс]. – 2018. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://developer.android.com/>

UDC [004.42+621.395.721.5]:021.85

MOBILE APPLICATION FOR BOOK SHARING AND ITS ERGONOMIC SOFTWARE

Ermolenko V.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Ivanova E.S. – master of technical sciences, assistant at the department of EPE

Annotation. The aim of the project is to create a mobile application for the exchange of books and its ergonomic support. At present, the field of information technology is actively developing. In this regard, the approach to reading literature has changed significantly in the world. Electronic editions of many books have appeared, and some of them are not published in print and use only digital distribution. However, interest in printed publications is still essential in today's society. Because the world is moving towards conservation of natural resources and more environmentally friendly production methods, a person needs a system that could provide an opportunity to read printed literature in an environmentally friendly and financially cost-effective manner. This system provides him with a convenient platform for exchanging books with other users.

Keywords: book sharing, mobile application, ergonomics

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ НЕБОЛЬШИХ ГРУПП РАЗРАБОТЧИКОВ И ИХ ИНЖЕНЕРНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Кантыш В.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Ключев А.П. – старший преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. Исследована эффективность использования системы управления проектами. Установлено, что использование данной технологии показывает наибольшую эффективность по сравнению с другими методами. Предложено приложение для управления проектами

Ключевые слова: проект, система управления проектами, стримы, разбиение задач

Введение. В век информационных технологий многие процессы стали намного проще, не стало исключением и сфера разработки, а именно сфера командной разработки. Теперь намного проще группой разрабатывать разные проекты, путем разбиения задач.

В настоящее время можно выделить основные преимущества командной разработки:

- функции для эффективной командной работы.
- координация действий в команде
- не требует специальных навыков
- возможность интеграции

В данной статье автором показано, что эффективнее всего процесс командной разработки проходит в системе управления проектами.

Основная часть. Основной целью является разработка системы управления проектами небольших групп разработчиков и их инженерно-психологическое обеспечение.

Для реализации данной задачи были выбран следующий стек технологий:

- *React*;
- *TypeScript*;
- *Redux*;
- *JavaScript*;
- *React-Dnd*;
- *Material ui*;
- *Google firebase*.

Данная система является полезным инструментом поскольку позволяет разбивать задачи на подзадачи, что является крайне эффективным и наиболее удобным для разработчика. Данное приложение можно использовать не только как систему управления проектами, но и можно использовать для своих задач с удобным функционалом разделения задач.

Для реализации поставленной цели необходимо, чтобы приложение отвечало следующим требованиям:

- имело интуитивно понятный и *user friendly* интерфейс;
- возможность создавать доски;
- возможность создавать колонки в досках;
- возможность создания задач в колонках;
- возможность изменения и удаления задач/колонок/досок;
- возможность перемещения задач в случае выполнения последних;
- возможность перемещения колонок.

В ходе выполнения данных целей был получен следующий прототип веб-приложения:

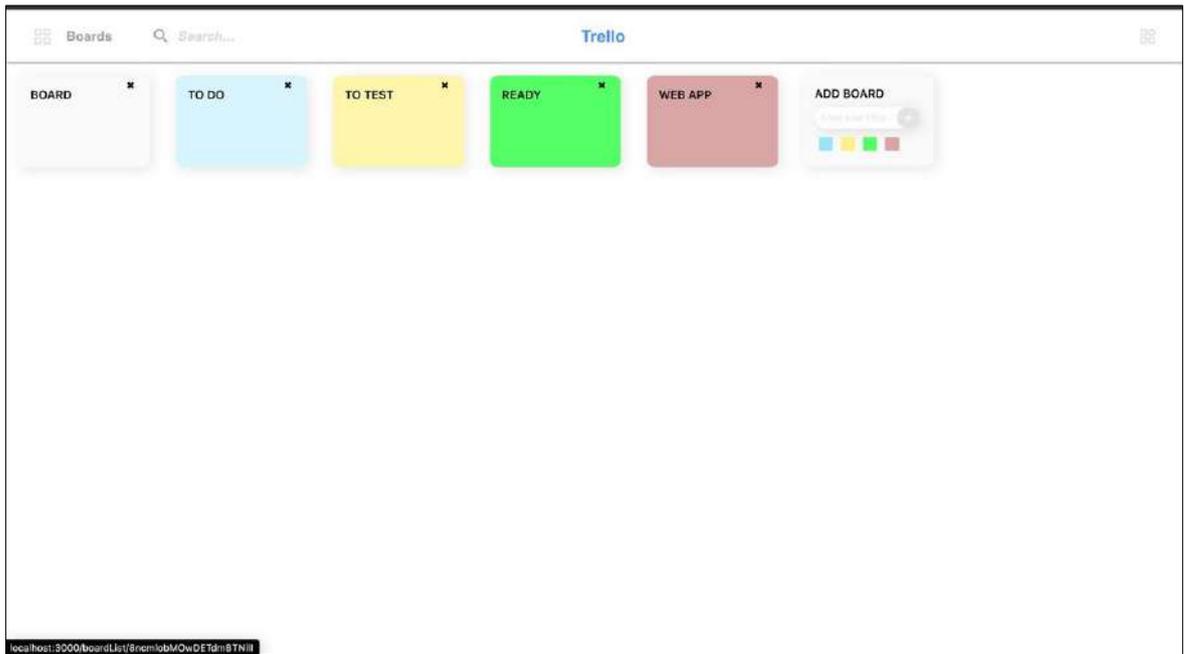


Рисунок 1 – Доски с задачами

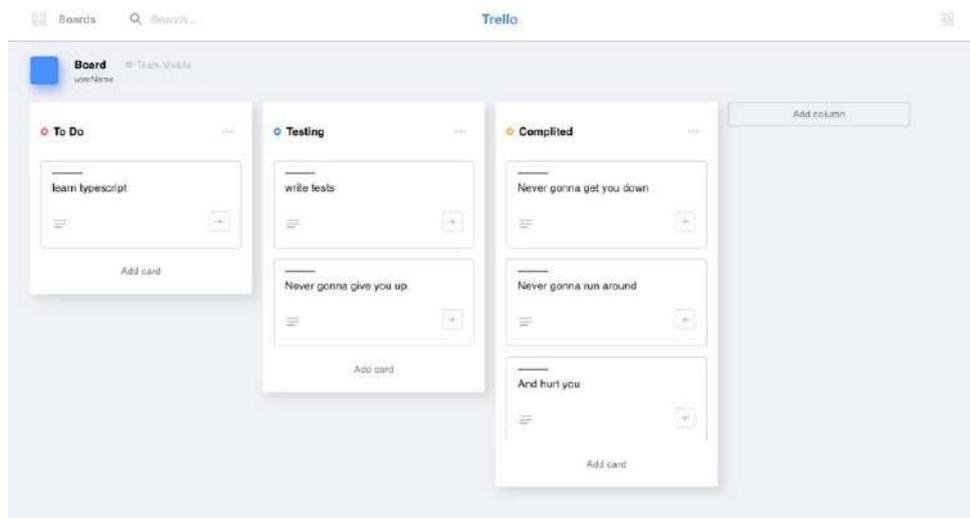


Рисунок 2 – Колонки с задачами

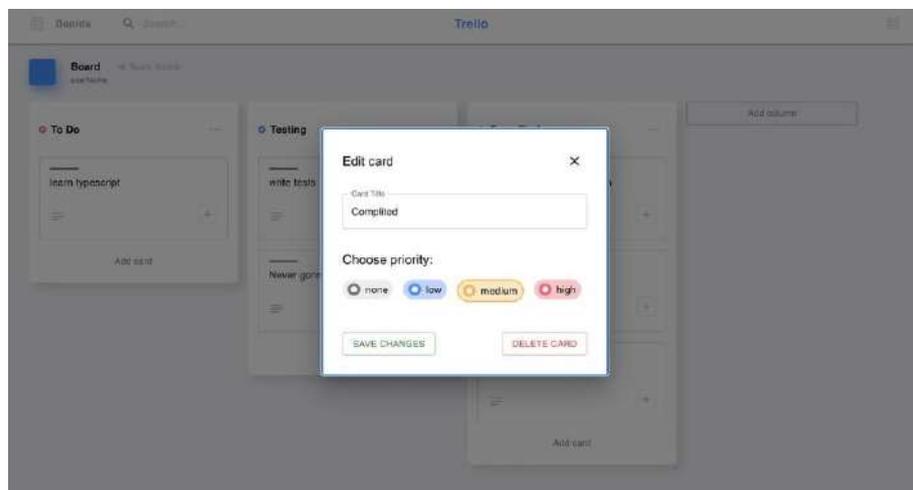


Рисунок 3 – Редактирование колонки

На Рисунке 1 представлен список досок с задачами, есть возможность создать новую доску с разными цветами, имеется *user friendly* интерфейс, также имеется возможность изменить или удалить доску, также эти доски сохраняются на сервер при помощи google firebase базы данных.

На Рисунке 2 представлены колонки с задачами, при нажатии *add card* появляется окно создания карточки, на *add column* соответственно колонки. При выполнении задачи на текущей стадии можно перетащить задачу.

На Рисунке 3 представлено окно редактирования задачи или карточки, мы можем поменять приоритет задачи, заголовок или удалить ее, функционал еще будет расширяться.

Заключение. В ходе выполнения поставленной цели было спроектировано система управления проектами, которая отвечает всем вышеописанным требованиям и реализует весь вышеописанный функционал. Данная система является вполне работоспособной и имеет интуитивно понятный и удобный пользовательский интерфейс, однако функционал планируется расширять.

Список литературы

1. *The Impact of ESD on Microcontrollers* / Gennady A. Piskun, Viktor F. Alexeev, Sergey M. Avakov, Vladimir E. Matyushkov, Dmitry S. Titko ; Edited by PhD, Associate professor Viktor F. Alexeev. – Minsk : Kolorgrad, 2018. – 184 p. – ISBN 978-9857-148-40-0.
2. Alexseev, V. Approaches to the optimization of the electronic module using the research of transformation of energy of mechanical exposure / Viktor F. Alexseev, Gennady A. Piskun, Dmitriy V. Likhachevsky // *Slovak international scientific journal*. – 2018. – Vol. 1, N 14. – Pp. 9–27.
3. Алексеев, В.Ф. Impact of discharges of static electricity on semiconductor structures and integral schemes / В.Ф. Алексеев, Г.А. Пискун, А.А. Лисовский // *Danish Scientific Journal*. – 2018. – Vol.1, N 19. – Pp. 31–41.
4. Models for predicting the reliability of integral schemes taking into account the impact of electrostatic discharge / В.Ф. Алексеев [и др.] // *Slovak international scientific journal*. – 2018. – Vol. 1, N 24. – Pp. 47–62.
5. Оптимизация теплового режима приемно-передающего устройства по результатам моделирования тепловых процессов в среде SolidWorks Flow Simulation / Пискун Г. А., Алексеев В. Ф., Романовский П. С., Стануль А. А. // *Znanstvena misel journal*. – 2019. – Vol. 1, № 35. – P. 47–60.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

PROJECT MANAGEMENT SYSTEM FOR SMALL GROUPS OF DEVELOPERS AND THEIR ENGINEERING AND PSYCHOLOGICAL SUPPORT

Kantysh V.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Klyuev A.P. – senior lecturer at the department of EPE

Annotation. The effectiveness of using the project management system has been studied. It has been established that the use of this technology shows the greatest efficiency compared to other methods. Pre-installed project management application

Keywords: project, project management system, streams, split tasks

УДК 004.5+379.85+711.56

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА В ИГРОВОЙ ФОРМЕ ДЕТЬМИ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Попосёмов Е.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Прудник А.М. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Исследована эффективность изучения английского языка детьми школьного возраста в игровой форме. Установлено, что данный способ показывает наибольшую эффективность по сравнению с остальными способами. Предложено веб-приложение для реализации данного способа изучения английского языка.

Ключевые слова: английский язык, изучение, игра

Введение. В век информационных технологий многие процессы стали намного проще, не стало исключением и сфера образования. Теперь в интернете можно найти огромное множество курсов в различных сферах.

В настоящее время известно множество методик изучения английского языка таких как:

- занятия с репетитором;
- самообразование;
- аудиозаписи;
- интерактивные курсы;
- изучение в игровой форме;

В данной статье автором показано, что эффективнее всего процесс изучения английского языка детьми школьного происходит именно в игровой форме, поскольку это наиболее привычный для них способ познания мира и изучения чего-либо нового.

Основная часть. Основной целью является разработка веб-приложение для изучения английского языка в игровой форме детьми школьного возраста.

Для реализации данной задачи были выбран следующий стек технологий:

- *React*;
- *TypeScript*;
- *NodeJS*

Данное веб-приложение является крайне полезным поскольку позволяет изучать английский язык детям в игровой форме, что является крайне эффективным и наиболее удобным для ребенка. Данное веб-приложение можно использовать как для обычного изучения английского языка, так и для проведения интерактивных уроков в школах или иных учебных заведениях.

Данное веб-приложение ставит перед собой цель максимально эффективно и удобно изучать английский язык детьми. Для реализации поставленной цели необходимо, чтобы приложение отвечало следующим требованиям:

- имело интуитивно понятный и доступный пользовательский интерфейс;
- имело режим проверки изученных слов;
- каждая карточка со словом должна сопровождаться произнесением данного слова на английском языке.

В ходе выполнения данных целей был разработан следующий прототип веб-приложения (рисунок 1)

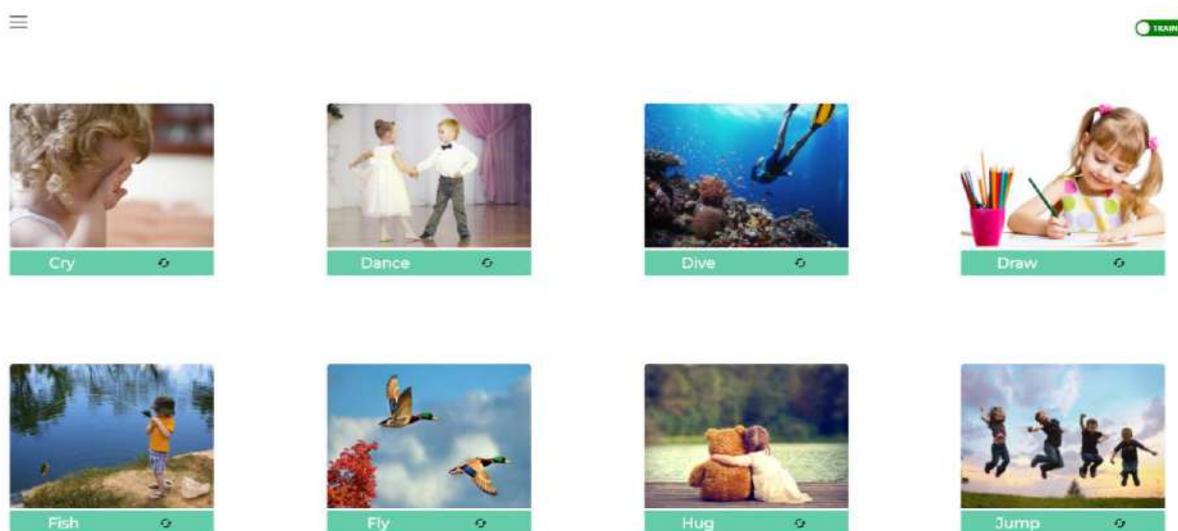


Рисунок 1 – Прототип рабочего окна веб-приложения

Особенностями данного веб-приложения являются:

- возможность добавления новых карточек со словами, а также новых категорий администратором;
- возможность редактирования любой карточки или категории;
- режим тренировки и режим практики;
- возможность посмотреть перевод слова, при перевороте карточки.

Заключение. В ходе выполнения поставленной цели было спроектировано веб-приложение, которое отвечает всем вышеописанным требованиям и реализует весь вышеописанный функционал. Данное веб-приложение является вполне работоспособным и имеет интуитивно понятный и удобный пользовательский интерфейс, однако данное приложение можно доработать добавлением новой функциональности, к примеру таблицей наиболее отгадываемых/неотгадываемых слов для более наглядной статистики использования веб-приложения.

Список литературы

1. Изучаем JavaScript. Руководство по созданию современных веб-сайтов / Э. Браун – 2017. – 368 с.
2. JavaScript. Шаблоны / С. Стефанов – 2011. – 272 с.
3. Выразительный JavaScript. Современное веб-программирование / Х. Марейн – 2019. – 480 с.
4. React и Redux. Функциональная веб-разработка / А. Бэнкс, Е. Парселло – 2018. – 336 с.
5. Node.js в действии / А. Янг, Б. Мек, М. Кантелон, Т. Оксли, М. Хартер, Т. Дж. Головайчук, Н. Райлих – 2018. – 432 с.
6. HTML and CSS: Design and Build Websites / J. Duckett – 2011. – 510 с.

UDC 004.5+379.85+711.56

WEB APP FOR LEARNING ENGLISH IN A GAME FORM FOR SCHOOL AGE CHILDREN

Papasiomau Y.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Prudnik A.M. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. The effectiveness of learning English by children of school age in a game form has been studied. It has been established that this method shows the greatest efficiency compared to other methods. A web application is proposed for the implementation of this method of learning English.

Keywords: English, study, game

УДК 004.31-022.053:004.93

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КОМПЬЮТЕРОМ С ПОМОЩЬЮ ЖЕСТОВ НА БАЗЕ ARDUINO UNO И ЕЕ ИНЖЕНЕРНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Усенко Ф.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Ключев А.П. – старший преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. Исследовано устройство микроконтроллеров архитектуры AVR, а также изучена среда разработки *Arduino*. Разработана принципиальная электрическая схема устройства управления микроконтроллером, а также программное обеспечение для микроконтроллера и персонального компьютера. Собран макет устройства управления, в которое интегрировано представленное программное обеспечение. Устройство протестировано и в процессе тестов показало полное выполнение всех функций, заложенных на стадии разработки.

Ключевые слова: жесты, *Arduino*, *Python*, микроконтроллер, распознавание жестов, ультразвуковой датчик

Введение. Жесты – это один из основных способов взаимодействия людей друг с другом, использующийся для коммуникации ещё с первобытных времен и остающийся актуальным и по сей день. Мы используем их чтобы выразить наши чувства и мысли в повседневных разговорах. Сложно представить себе нечто, что человек бы не смог описать с помощью жестов. Именно поэтому управление компьютером жестами является столь притягательной и интересной идеей.

Цены на современные устройства с каждым годом только увеличиваются и действительно многофункциональный гаджет может себе позволить далеко не каждый, однако, каждый стремится к максимально комфортному существованию, что делает разработку дешёвых аналогов всё более востребованной. Подобные разработки являются актуальными в настоящее время, так как они позволяют людям удобно, просто, и, без особых финансовых или временных затрат, оптимизировать процесс эксплуатации персонального компьютера или иного устройства так, как этого требуют их личные нужды, что, в свою очередь, способно сильно повысить информационную и технологическую грамотность населения любых возрастов.

Основная часть. На данный момент основная проблема распознавания жеста заключается в том, что необходимо отличать друг от друга большое количество символов схожих между собой. Данная задача усложняется тем, что жесты могут отличаться в зависимости от человека – диктора. Также в связи с тем, что процесс жестовой коммуникации предполагает быструю демонстрацию символов, длительность которой также может отличаться в зависимости от конкретного диктора. Таким образом, возникает задача определения начала и конца символа, т.е. выделения ключевых кадров, содержащих сам символ. Таким образом, основными задачами, которые необходимо решить для создания высокоточной системы распознавания языка жестов являются: нахождение способа выделения ключевых кадров, верно подобранные критерии классификации, позволяющие эффективно распознавать жест и создание методов обучения системы под определенного диктора [1].

Алгоритмы отслеживания объектов обладают набором существенных преимуществ, однако недостатком является высокая вычислительная сложность и необходимость соблюдения определенных условий. Данные – алгоритмы целесообразно сочетать с методами обнаружения, для корректного отслеживания объектов в видеопоследовательности [2].

Залог успеха любого проекта – использование подходящих и актуальных технологий и инструментов для его реализации. Так как в случае данной курсовой работы целью является

именно разработка, то для проектировки устройства было решено выбрать в качестве языка программирования высокоуровневый язык *Python*. А в качестве исполнительного механизма и логического устройства, программируемая плата *Arduino UNO*, а также ультразвуковой датчик *HC-SR04*.

Python – это популярный последние 15 лет высокоуровневый язык программирования который, при условии, что его легко выучить, способен дать пользователю колоссальные возможности для взаимодействия с технологиям: Машинное обучение, искусственный интеллект (ИИ), большие данные и робототехника в значительной степени зависят от *Python*. Кибербезопасность: одна из главных проблем программного обеспечения нашего времени, также может быть решена с помощью *Python*. Этот язык действительно крайне прост в изучении. Он, можно сказать, позволяет пользователю, в кратчайшие сроки научиться понимать саму концепцию и парадигму программирования. Так же, к неоспоримым плюсам *Python* можно отнести то, что он находится в свободном доступе, в отличие от многих других популярных языков, и нет совершенно никакой необходимости платить как за него, так и за множество модулей, которые он предоставляет разработчикам [3].

Аппаратные средства *Arduino* включают популярные и доступные комплектующие изделия. Поэтому принцип работы системы понятен, настройка схемы под требования разработчика проста и обеспечена возможность дальнейшей модификации. Основа – контроллер *ATmega* компании *Atmel* широко распространенного 8-разрядного семейства *AVR*. К нему добавляется узел электропитания и последовательный интерфейс. В последних версиях *Arduino* имеется *USB*-интерфейс. Через него происходит загрузка программ пользователя и, при необходимости, обмен данными между персональным компьютером и платой *Arduino* во время выполнения программы [4]. Основной причиной выбора микроконтроллера *Arduino* и одноименной среды разработки в первую очередь является ее доступность. Микроконтроллеры *Arduino* являются одними из самых распространенных и, как говорилось выше имеют популярные и доступные комплектующие изделия.

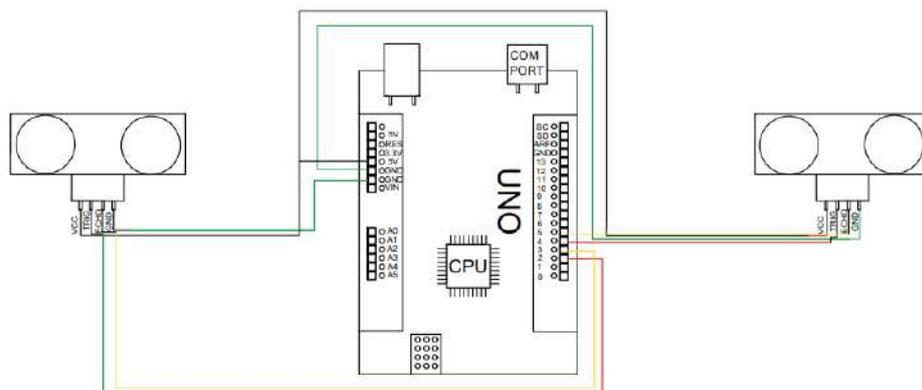


Рисунок 1 – Блок-схема подключения собранного проекта

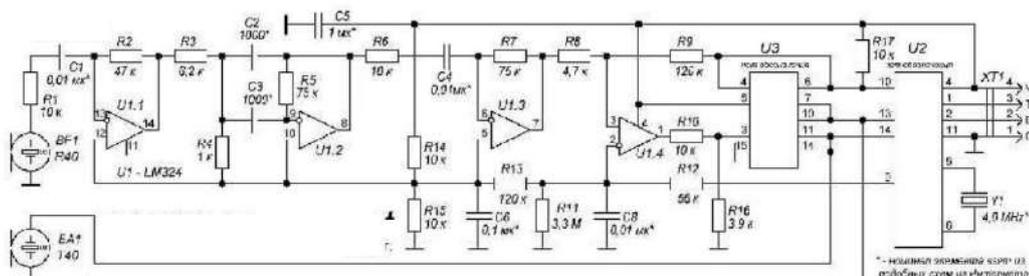


Рисунок 2 – Принципиальная электрическая схема ультразвукового датчика HC-SR04

Заключение. В данной работе сконструирован макетный образец устройства управления жестами, позволяющий корректно выполнять ряд функций, упрощающих управление

персональным компьютером. Преимуществом данной разработки является открытость платформы, возможность ее дальнейшей адаптации под требования и нужды конкретного пользователя без особых вложений и временных затрат с его стороны. Так как не единожды была затронута финансовая сторона вопроса, то, безусловно, стоит отметить стоимость разработки и сборки данного устройства. Оно является бюджетным и доступным для всех слоев населения, ввиду простоты его сборки.

В ходе проведенного тестирования макетного образца представленного проекта получены следующие результаты: устройство способно корректно выполнять ряд запрограммированных функции по управлению персональным компьютером, распознавать жесты в заданном диапазоне расстояния. Проект доказал свою работоспособность, что является достаточным основанием для продолжения разработок в данном направлении.

Список литературы

1. Завьялов А.В. Проблемы распознавания языка жестов и методы их решения // ИТНОУ: информационные технологии в науке, образовании и управлении. – 2018. – N.2. – С. 96 – 97.
2. Чуйков А.В., Вульфин А.М. Система распознавания жестов на основе нейросетевых технологий // Вестник УГТУ. – 2017. – №3. – С. 114.3. Бойко, В.В. Синдром «эмоционального выгорания» в профессиональном общении / В.В. Бойко. – СПб.: Питер, 2000. – 105 с.
3. *Learning Neural Networks*// Department of Electronic & Computer Engineering School of Engineering and Design and Physical Sciences Brunel University. – 2019. – P.81.
4. Yogesh R. Python: Simple though an Important Programming language// International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). – 2019. – Vol. 06, iss. 2. – P. 1856 – 1857.

UDC 004.31-022.053:004.93

COMPUTER CONTROL SYSTEM USING GESTURES BASED ON ARDUINO UNO AND ITS ENGINEERING AND PSYCHOLOGICAL SUPPORT

Usenko P.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Klyuev A.P. – senior lecture of the department of EPE

Annotation. The device of microcontrollers of the AVR architecture was investigated, and the Arduino development environment was also studied. A circuit diagram of the microcontroller control device has been developed, as well as software for the microcontroller and a personal computer. A layout of the control device was assembled, in which the presented software is integrated. The device has been tested and during the tests showed the full implementation of all the functions laid down at the development stage.

Keywords: gestures, Arduino, Python, microcontroller, gesture recognition, ultrasonic sensor

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБОРОТА ЦЕННЫХ БУМАГ

Леванович Е.П.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Казак Т.В. – д-р психол. наук, профессор, заведующая кафедрой ИПиЭ

Аннотация. В статье описаны актуальность и функциональные задачи веб-приложения по осуществлению оборота ценных бумаг. Основное внимание уделяется роли фондовой биржи в реализации ценных бумаг. Разрабатываемая система сократит временные, трудовые и финансовые затраты при покупке либо продажи ценных бумаг, а также обеспечит прозрачность и надежность процесса заключения сделок.

Ключевые слова: разработка проектов, веб-приложение, продажа ценных бумаг

Введение. Биржа – это площадка для заключения финансовых сделок. Она организует торговлю валютами, ценными бумагами, драгоценными металлами и другими активами и помогает продавцам и покупателям этих активов торговать между собой. В прежние времена биржи представляли собой конкретное место – например, здание или городская площадь – куда люди приходили лично и устно обсуждали сделки.

С развитием цифровых технологий формат торговли изменился, все происходит в режиме онлайн, сделки фиксируются удаленно через интернет, да и сами биржи теперь порой не имеют физического облика, существуя лишь в электронном формате.

В современном мире биржи выполняют множество важных функций: организация биржевых торгов, установление котировок активов, разработка типовых контрактов, предоставление гарантий участникам торгов, урегулирование возникающих споров и пр. В зависимости от типа активов, которые продаются и покупаются на бирже, различают валютные, фондовые, товарные, фьючерсные и другие биржи. Но существуют и универсальные площадки, на базе которых происходят сделки с самыми разными финансовыми инструментами.

Основная часть. В ходе анализа существующих популярных веб-приложений для оборота ценных бумаг были выявлены их достоинства и недостатки: отсутствие возможности ведения статистики, не интуитивно понятный дизайн приложения, возможность найма нескольких брокеров, возможность множественной сортировки всех таблиц с данными. Это помогло определить функционал разрабатываемого веб-приложения для поддержания конкурентоспособности на современном рынке.

Целью проекта является разработка веб-приложения, позволяющего осуществлять оборот ценных бумаг. Также были поставлены такие задачи, как:

- проектирование и разработка структуры базы данных;
- проектирование пользовательского интерфейса клиента;
- реализация алгоритма сохранения истории изменения задач;
- разработка серверной части проекта;
- разработка клиентской части проекта
- проведение модульного тестирования.

Веб-приложение разрабатывается при помощи фреймворка *SpringBoot* с использованием языка программирования *Java 8*, а также языка программирования *JavaScript* и фреймворка *Angular*. Данное приложение имеет микросервисную архитектуру: клиентская часть, серверная часть и функциональное АПИ, которое является посредником между клиентской

частью и серверной. Передача данных между микросервисами реализуется с помощью *HTTP* протокола. В качестве базы данных было использовано *MySQL*.

Основной целью программного средства, реализуемого в проекте, является возможность для клиентов реализовывать оборот ценных бумаг. Для этого в приложении были выделены четыре роли пользователей со своим функционалом:

1. администратор приложения:
 - создание нового пользователя;
 - блокировка и разблокировка пользователя;
 - смена роли пользователя
2. владелец биржи:
 - создание и удаление биржи;
 - редактирование существующей биржи;
3. клиент:
 - найм и увольнение брокеров;
 - создание заявки на покупку-продажу ценных бумаг;
4. брокер:
 - осуществление купли-продажи ценных бумаг;

Проект должен обладать следующими задачами:

- сохранение рабочей информации в централизованной базе данных;
- создание пользователей с заданными ролями;
- создание новых бирж;
- создание заявок на покупку ценных бумаг;
- просмотр истории проданных и купленных ценных бумаг пользователя;
- просмотр информации о доступных к покупке или продаже ценных бумаг;
- просмотр статистики закрытых заявок каждого брокера;
- просмотр статистики суммы всех сделок по дням для каждой биржи.

Таким образом была разработана схема базы данных для веб-приложения (рисунок 1).

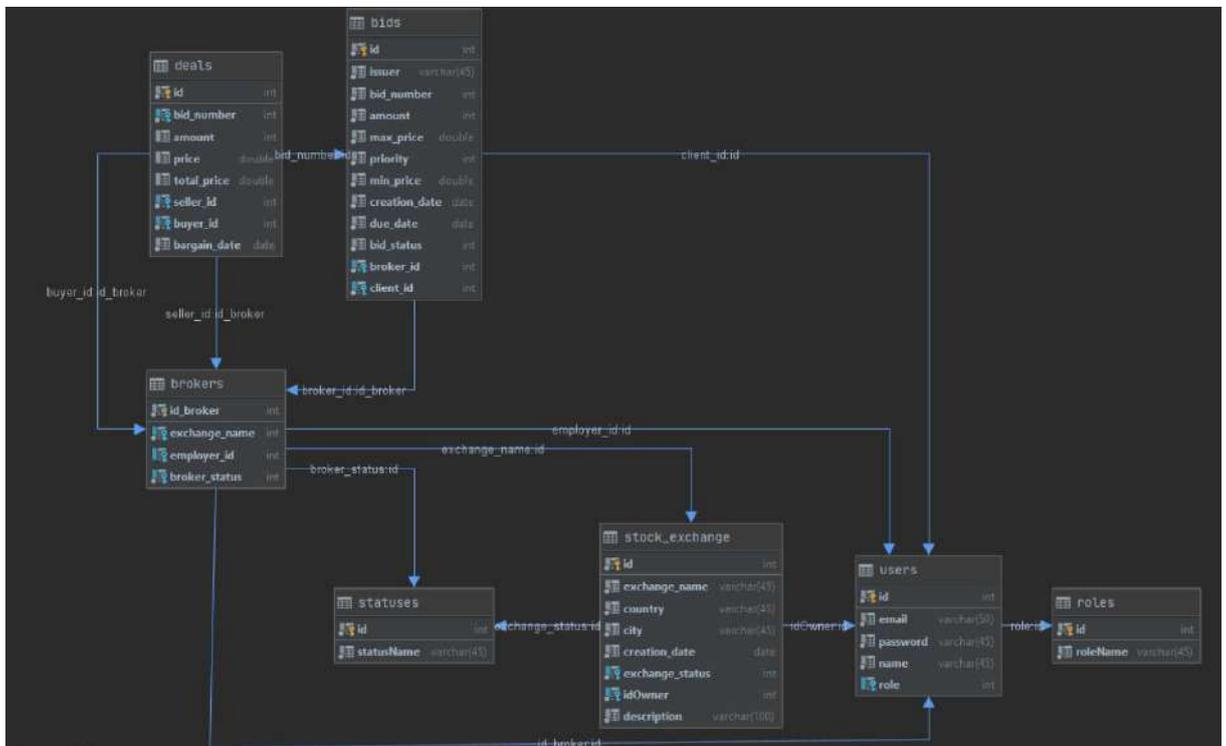


Рисунок 1 – Схема базы данных

Заключение. В ходе выполнения работы был проанализированы текущие веб-приложения для осуществления оборота ценных бумаг и выявлены их недостатки: отсутствие возможности ведения статистики, не интуитивно понятный дизайн приложения, возможность найма нескольких брокеров, возможность множественной сортировки всех таблиц с данными. Разрабатываемое веб-приложение имеет микросервисную архитектуру, состоящую из 3 микросервисов. Основным достоинством веб-приложения является сбор статистики закрытых заявок каждого брокера и суммы всех сделок по дням для каждой биржи.

Список литературы

1. WEB-программирование на Java и JavaScript / Андрей Гарнаев, Сергей Гурчук. – Москва, 2018. – 184 p. – ISBN 978-9857-148-40-0.
2. Alexseev, V. Approaches to the optimization of microservices/ Viktor F. Alexseev, Gennady A. Piskun, Dmitriy V. Likhachevsky // Slovak international scientific journal. – 2018. – Vol. 1, N 14. – Pp. 9–27.
3. jQuery. Подробное руководство по продвинутому JavaScript / Бэзр Б. // Минск, 2010. – 150 p. – ISBN 978-9857-148-41-1.
4. Web-сервисы Java. Профессиональное программирование / Машинин Т.С // Slovak international scientific journal. – 2018. – Vol. 1, N 24. – Pp. 47–62.
5. Оптимизация процесса передачи данных/ Джонс-Иегуда В. // Znanstvena misel journal. – 2019. – Vol. 1, № 35. – P. 47–60.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

DEVELOPMENT OF WEB APPLICATION FOR STOCK EXCHANGE MANAGEMENT

Levanovich L.P.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kazak T.V. – Psy. D., full professor, head of the department of EPE

Annotation. The article describes the relevance and functional tasks of a web application for securities turnover. The main focus is on the role of the stock exchange in the sale of securities. The system being developed will reduce time, labor and financial costs when buying or selling securities, as well as ensure transparency and reliability of the transaction process.

Keywords: development of IT projects, web application, sale of securities

УДК [004.89+728]:004.94

ФОРМАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ДОМ»*Ригоревич И.А., Митько Е.А.**Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь**Научный руководитель: Пилиневич Л.П. – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры ИПиЭ*

Аннотация. В данной работе рассматривается система «умного дома». Представляется модель состава, модель чёрного ящика, описывается структура и основные функции данной технологии. В конце работы делаются выводы о актуальности развития системы.

Ключевые слова: умный дом, формальная модель, модель состава, система, подсистема, структура

Введение. Умный дом – жилой дом современного типа, организованный для удобства проживания людей при помощи высокотехнологичных устройств, путем дистанционного управления и автоматизации тех или иных действий в доме. История «умного дома» началась в 1961 году, когда Джозель и Рут Спира изобрели и запатентовали специальное устройство для плавной регулировки света – диммер. Именно это изобретение стало поводом для создания всемирно известной сегодня компании «*Lutron Electronics Company*». Первым полноценным проектом «умного дома» стал небольшой жилой дом на южном берегу Англии. В основу его автоматизации легло использование системы, отвечающей за управление освещением, сигнализацией, жалюзи, отоплением и дверями гаража. Самый простой пример технологии «умного дома» — включение и выключение света в определенное время. Более сложный – активация камеры безопасности при открытии входной двери [1].

Основная часть. Умный дом одна из наиболее перспективных направлений развития современных технологий. Возможность комплексно решить вопрос автоматизации серьезно повышает качество жизни. Технология умного дома относится к удобной домашней настройке, в которой приборами и устройствами можно автоматически управлять удаленно из любого места с подключением к Интернету с помощью мобильного или другого сетевого устройства. Устройства в умном доме соединены между собой, что позволяет пользователю удаленно управлять такими функциями, как безопасность доступа, температура, освещение и многими другими функциями. Потенциал «умного дома» огромен, а выгода, которую получает клиент, весьма значительна.

Целью данной работы является разработка формальной модели «умный дом», ее обоснование и описание.

Модель «черного ящика».

При моделировании систем различной степени сложности используется метод «черного ящика», который объединяет четыре модели описания системы, а именно: входов, выходов, границы и внешней среды [4].

Модель «черного ящика» для инновационного проекта системы «Умный дом» представлена на рисунке 1 (см. Рисунок 1). На вход «черного ящика» подается различное необходимое оборудование необходимое для интеллектуального здания. Внешними источниками воздействия на процесс являются нормативные документы и статистические данные. Программное обеспечение (ПО) отвечает за обратную связь. В итоге на выходе должен получиться готовый продукт, в данном случае «Модель типовой системы УД»

Модель состава.

В составе системы «умного дома» могут выделяться следующие подсистемы, выполняющие отдельные функции:

– Центральные процессоры и хабы – обеспечивают взаимодействие множества подсистем «умного дома», мониторинг состояния и управление этими подсистемами. Каждая подсистема может функционировать автономно, на основе собственных правил, однако

именно централизованная архитектура системы управления «умным домом» позволяет правильно разрешать конфликты между разными подсистемами и обеспечивать более сложные высокоуровневые алгоритмы принятия решений.



Рисунок 1 – Модель «черного ящика» для системы «Умный дом»

– Человеко-машинные интерфейсы (*НМИ*), пульта и панели управления – это основные компоненты, через которые пользователи взаимодействуют со своим «умным домом». Зачастую подобные устройства могут иметь довольно большие дисплеи и совмещать в себе множество функций.

– Управление отоплением, вентиляцией и кондиционированием (*HVAC*) – это подсистемы, которые в широком понимании предназначены для управления климатом в помещениях дома. Сюда входят:

- комнатные термостаты и терморегуляторы
- теплые полы и другие приборы отопления.
- подсистемы кондиционирования, вентиляции, очистки воздуха.
- котлы, тепловые насосы и прочая оснастка систем отопления (охлаждения)
- датчики качества, увлажнители воздуха, вентиляторы.

Управление освещением и освещенностью – это подсистемы, предназначенные для управления любыми приборами и механизмами, регулирующими свет в доме и вокруг него. Сюда относятся как системы электрического освещения, так и средства которые отслеживают естественные источники света с целью управления освещенностью.

Управление электроснабжением и энергопотреблением – в современном доме может существовать множество источников электроснабжения (основной, резервный, временный и т.п.), зависящих от уровня потребления, погоды, времени суток и множества прочих факторов. К таким источникам могут относиться внешние линии электроснабжения, электрогенераторы и солнечные батареи, аккумуляторы и другие устройства, требующие управления при взаимодействии с системой умного дома. С другой стороны, структура потребления электроэнергии и других ресурсов также может требовать осмысленного управления, включая своевременное включение и отключение потребителей, а также их правильное распределение между указанными источниками.

Горячее и холодное водоснабжение, автоматизация ванной и туалета –разнообразные водогрейные котлы (бойлеры), насосы, предохраняющие системы (включая защиту от протечек), умные унитазы, душевые кабины, гидромассажные ванны и пр.

Мультимедиа-системы и средства голосового управления – смарт-телевизоры, *CD/DVD*-плееры, домашние кинотеатры, мультizonные системы передачи аудио/видео и, наконец, персональные помощники, вроде *Iphone* Сири или Яндекс.Станция.

Системы безопасности, контроля доступа и видеонаблюдения – умные замки, звонки, видеокамеры, видеоархивы, анализаторы и датчики присутствия, *3D*-сканеры, тревожные кнопки и сигнализации, средства идентификации (сканеры лиц, отпечатков пальцев и др.).

Пожарно-охранная сигнализация – это специфический подвид системы безопасности, которая предназначена именно для мониторинга пожарной обстановки в доме и около него и

реакции именно на пожарные инциденты, такие как задымленность, появление открытых источников огня, чрезмерное повышение температуры в критических точках и т.п. Особенностью такой подсистемы является ее связь с другими подсистемами умного дома, которыми она должна уметь автономно управлять в случае инцидента (например, остановить систему вентиляции в случае пожара).

Температурные и погодные датчики, метеостанции – требуются для правильной работы многих подсистем, чувствительные алгоритмы которых зависят от погоды на улице (или даже ее прогноза) или состояния атмосферы в смежных помещениях умного дома.

Дверная и оконная автоматика – это многочисленные механизмы и датчики, которые автоматизируют открытие и закрытие наружных и внутренних дверей, окон, штор, роллет.

Подсистемы связи и коммуникаций – предоставляют инфраструктуру, которая обеспечивает каналы взаимодействия различных подсистем и компонентов «умного дома». Это могут быть как структурированные кабельные системы (*Ethernet, KNX, Modbus, HDMI*), так и беспроводная инфраструктура (*WiFi, Z-Wave, ZigBee*).

Вспомогательное оборудование и датчики – не составляя каких-то отдельных подсистем, в «умном доме» может существовать множество датчиков и дополнительного оборудования, которые задействуются для выполнения каких-то вспомогательных функций. Это могут быть смарт-пылесосы или роботы уборщики, роботы садовники, управляемые подъемники, вентили, подсистемы слежения за бассейном, фонтаном и т.д.

Структуру «умного дома» можно описать довольно легко, поскольку по всему дому используются однотипные технологии. Например, датчик движения - включение света: передача сигнала по информационным каналам. Таким образом, основные виды связи будут представлены в виде информационных каналов, такие как *WiFi, Bluetooth, Ethernet* и другие.

Система «умный дом», по своей сути является интегрированной системой безопасности и управления, которая может включать управление освещением, бытовыми приборами, видео, контролем доступа и др., осуществлять отправку извещений о состоянии систем контроля (управления, охранной сигнализации) вашего дома [2]. Тогда в центре структурной схемы будет контроллер, управляющий всеми системами дома. На выходах будут различные исполняющие устройства, а посредниками могут быть роутеры или другие вспомогательные устройства.

Заключение. В работе выполнены исследования системы «умный дом». Построена формальная модель «модель состава», которая позволяет определить из каких основных подсистем и элементов состоит данная система, а также какие основные функции они выполняют.

Список литературы

1. Что такое «умный» дом, из чего он состоит и зачем нужен [Электронный ресурс]. – РБК – 2016. – Режим доступа: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/606d99c19a7947b14fe9c2d6/> – Дата доступа 25.02.2022.
2. Интеллектуальный дом [Электронный ресурс]. – Placebase – 2016. – Режим доступа: <https://www.placebase.ru/UmniyDom/strukturnaya-shema-umnogo-doma> – Дата доступа 23.02.2022

UDC [004.89+728]:004.94

FORMAL MODELS OF THE SMART HOME SYSTEM

Rigorevich I., Mitsko E.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Pilinevich L.P. – Dr. Tech. Sc., full professor, professor of the department of EPE

Annotation. In this paper, the smart home system is considered. A composition model, a black box model is presented, the structure and main functions of this technology are described. At the end of the work, conclusions are drawn about the relevance of the development of the system.

Keywords: Smart home, house, formal model, model, system, subsystem, structure

УДК (004.774:796:331.101.1)

WEB ПРИЛОЖЕНИЕ «ОНЛАЙН ПЛАТФОРМА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ» И ЕГО ИНЖЕНЕРНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Керимов Д.Ф.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Медведев О. С. – магистр техн. наук, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе рассматривается процесс инженерно-психологического проектирования веб приложения, раскрывается актуальность и преимущества разрабатываемой системы.

Ключевые слова: онлайн платформа, веб приложение, физическая культура, самостоятельные занятия физической культурой, современный спорт, технологии

Введение. В настоящее время цифровые технологии нашли свое применение практически в любой сфере человеческой деятельности, в том числе и в современном спорте – анализ поведения спортсмена и мониторинг его деятельности позволяют использовать все самые современные разработки. IT-технологии в спорте дают возможность эффективно организовать процесс тренировок, правильно дозировать нагрузку, корректировать процесс отдыха и восстановления, позволяют даже сократить время на реабилитацию после травм.

В связи с всем известной неблагоприятной эпидемиологической обстановкой в мире вызванной COVID-19 произошло резкое снижение двигательной активности всего человечества или, другими словами, гипокинезия, что стало следствием гиподинамии - недостаточной физической активности людей и отрицательно сказалось на состоянии здоровья населения, а также чревато дальнейшими побочными явлениями на организм человека и в целом негативно отражается на экономическом состоянии страны [1]. Основу профилактики гиподинамии составляют движения, физические нагрузки и здоровый образ жизни. Все вышесказанное обусловило выбор темы данного исследования, основанной на разработке проекта web приложения «Онлайн платформа для организации самостоятельных занятий физической культурой и его инженерно-психологическое обеспечение» [8,9].

Все рассмотренные доступные в интернет-пространстве мобильные и веб-приложения содержат в себе большую базу упражнений, в некоторых из них есть даже база рецептов для здорового питания, программы диет, в некоторых предусмотрено хранение информации о пользователе, а также история выполненных тренировок. Однако общим недостатком рассмотренных аналогов является то, что приложения используют комплексы упражнений, в которых не учитывают физические параметры пользователя, сложность предыдущих тренировок.

Цель данной работы – разработка онлайн платформы для повышения физической активности людей с целью оздоровления. Разрабатываемое приложение должно решать проблему адаптации комплексов упражнений под физические особенности пользователя.

Объектом исследования в данной работе является веб приложение онлайн платформа для самостоятельных занятий физической культурой, а предметом исследования - принципы проектирования эргономичных пользовательских интерфейсов, технологии программирования веб приложений [2].

При разработке данного web приложения используются операционная система Windows, языки программирования Java, фреймворк Spring, HTML, CSS, JavaScript, база данных с использованием PostgreSQL [3,5].

Основная часть. На сегодняшний день выделяют три типа приложений: мобильные, десктопные и веб. Веб-приложения строятся с использованием трехзвенной архитектуры: «клиент – сервер – база данных». Для запуска веб-приложения пользователю не нужно

устанавливать никаких дополнительных программ, оно запускается на любом устройстве с браузером и с доступом в интернет. Работа клиента не зависит от операционной системы, стоящей на компьютере пользователя, поэтому при разработке веб-приложений нет необходимости писать отдельные версии для *Windows*, *Linux*, *Mac OS* и других операционных систем [6,7].

Разработанное веб приложение является онлайн-платформой для всех людей, интересующихся ЗОЖ и фитнесом, в частности.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи:

- обзор и анализ аналогов автоматизированной онлайн платформы для самостоятельных занятий физической культурой и технологий создания веб-приложений;
- эргономическое проектирование автоматизированной онлайн платформы для самостоятельных занятий физической культурой.

Для достижения поставленных задач разработан следующий функционал приложения: авторизация в профиль пользователя (администратор / пользователь); регистрация нового пользователя; восстановления забытого пароля; добавление тренировок для пользователя в режиме администратора; просмотр добавленных администратором для пользователя тренировок; активация / блокировка пользователя для доступа к платформе; редактирование / просмотр дополнительных данных о пользователе; возможность выбора языка интерфейса (русский язык/английский язык).

Проблема воздействия цифровых технологий на здоровье и психику человека очень актуальна и ее серьезность возрастает ежедневно по мере роста числа пользователей цифровых устройств. В работе предусмотрено инженерно-психологическое обеспечение и эргономические требования, определяемые свойствами человека-оператора и установленные с целью оптимизации его деятельности при проектировании системы на основе антропоцентрического подхода. В ходе выполнения эргономического проектирования, разработаны алгоритмы работы пользователя, диаграмма вариантов использования, структурная схема базы данных, определены эргономические требования к информации, предъявляемой пользователю, составлен сценарий информационного взаимодействия пользователя и компьютера, проведена эргономическая оценка пользовательского интерфейса [4].

На рисунках 1 и 2 представлены диаграммы вариантов использования в режимах «Администратор» и «Пользователь». Пользователь может выбрать один из двух режимов доступа к функционалу системы: это обычный пользователь системы или администратор системы, данная возможность будет доступна лишь оператору, который будет управлять данной системы.



Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования веб-приложения в режиме «Администратор»

Цифровые технологии в сфере физической культуры и спорта имеют колоссально важное значение как для прогресса развития отрасли, так и для поддержания здоровья населения.

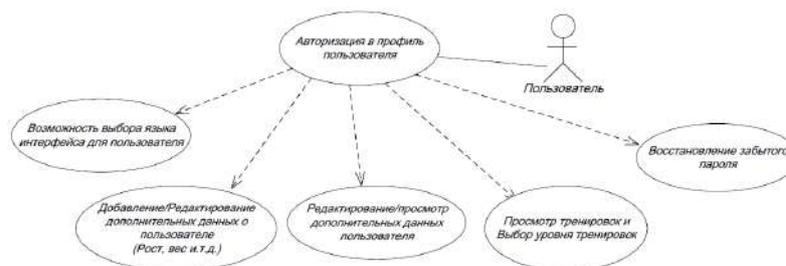


Рисунок 2 – Диаграмма вариантов использования веб-приложения в режиме «Пользователь»

Использование данной системы позволит повысить физическую активность пользователей, эффективность тренировочного процесса, а также облегчить процесс физической подготовки всех занимающихся. В результате использования данного программного продукта пользователь избегает перегрузок и обеспечивает необходимый уровень физической активности.

Заключение. Разработанное *web* приложение «Онлайн платформа для организации самостоятельных занятий физической культурой» позволяет автоматизировать процесс физической подготовки пользователей. Результатом разработки данного *web* приложения и использования онлайн платформы является повышения интереса к занятиям физической культурой и заботе о своем физическом здоровье.

Список литературы

1. Правила возобновления тренировок после коронавирусной инфекции без вреда для организма. [Электронный ресурс]. – *Sport express* – 2022. – Режим доступа: <https://www.sport-express.ru/zozh/reviews/sport-posle-koronavirusa-mozhno-li-zanimatsya-sportom-posle-covid-19-1783788/>
2. Разработка веб-приложений [Электронный ресурс]. – *Info Shell* – 2022. – Режим доступа: <https://infoshell.ru/blog/razrabotka-veb-prilozhenij/>
3. Рекомендации по анализу Java-кода [Электронный ресурс]. – *Javarush* – 2022. – Режим доступа: <https://javarush.ru/groups/posts/3336-kofo-breyk-71-rekomendacii-po-analizu-java-koda/>
4. Эргономическое проектирование систем «Человек-компьютер-среда». Курсовое проектирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.bsuir.by/m/12_100229_1_89873.pdf/
5. JavaScript [Электронный ресурс]. – *Wikipedia* – 2022. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/JavaScript>
6. 10 эвристик юзабилити от Якоба Нильсена [Электронный ресурс]. – *Delexp* – 2022. – Режим доступа: <http://delexp.net/10-evristik-yuzabiliti-ot-yakoba-nilsena/>
7. Проектирование Web – приложений в трехслойной архитектуре «клиент - сервер» [Электронный ресурс]. – *Stud files* – 2022. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/3619027/page:11/>
8. Гиподинамия: симптомы, ее последствия и профилактика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://xn--2-7sbc2aomfle8b.xn--p1ai/tz-i-otp/53-gipodinamiya-simptomu-ee-posledstviya-i-profilaktika/>
9. Гиподинамия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D0%B8%D1%8F>

UDC 004.774:796:331.101.1

WEB APPLICATION «ONLINE PLATFORM FOR ORGANIZING INDEPENDENT LESSONS IN PHYSICAL EDUCATION» AND ITS ENGINEERING AND PSYCHOLOGICAL SUPPORT

Kerimov D.F.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Medvedev O. S. - master of technical sciences, assistant of the department of EPE

Annotation. The paper considers the process of engineering and psychological design of a web application, reveals the relevance and advantages of the developed system.

Keywords: online platform, web application, physical culture, independent physical education, modern sports, technologies

УДК 004.416.6

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА РАБОТЫ С БАНКОВСКИМИ КЛИЕНТАМИ

Гриб А.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Прудник А.М. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Степень клиентоориентированности банка обуславливается его способностью удовлетворить запрос потребителя. Скорость обработки запроса клиентов влияет на их лояльность. Этот доклад посвящен созданию такого программного обеспечения, которое сопровождает подключение услуг в интегрированной банковской системе с наименьшими человеческими затратами, тем самым сокращая время ожидания клиентов.

Ключевые слова: банк, обработка запросов, бизнес-процессы, ключ ЭЦП, SMS, СУБД Oracle

Введение. Конкуренция в банковской сфере усиливается. Идет борьба за удовлетворения постоянно меняющиеся потребности потребителей банковских услуг. Большую часть бизнес-процессов в банковской и финансовой отрасли можно автоматизировать и упростить, тем самым устраняя все препятствия, через которые сотрудники должны пройти, прежде чем конкретный бизнес-процесс можно будет считать завершенным.

Многие финансовые учреждения думают о внедрении нового, усовершенствованного программного обеспечения для своего бизнеса, поскольку оно может устранить излишние бюрократические моменты в банковской инфраструктуре и улучшить качество обслуживания клиентов.

Обеспечение информационной безопасности для своих клиентов – главная задача банка. Технологии безопасности банка должны постоянно совершенствоваться дабы сохранять данные своих пользователей конфиденциальными [1]. С каждым годом уровень мошенничества с данными пользователей интернет-банкингов растет, что рождает необходимость повышения уровней безопасности на каждом этапе подтверждения личности.

В данной статье автором показана разработка и внедрение информационной системы сопровождения подключения клиентов в интегрированную банковскую систему.

Основная часть. В связи с необходимостью снижения временных и денежных затрат на выполнение стандартных операций и сокращение бумажного документооборота при подключении клиентов в интегрированную банковскую систему необходимо решить следующие пять задач:

- выполнить анализ алгоритмов и процессов создания, подключения и регистрации новых клиентов;
- разработать программное средство, служащее для автоматизации (данного) процесса подключения клиентов к банковской системе;
- провести анализ надежности информационной системы;
- обосновать эффективность разработки и эксплуатации программного обеспечения.

В первой части работы рассматриваются алгоритмы процессов создания, подключения и регистрации новых клиентов в интегрированной банковской системе, а также способы подписания электронных документов для отправки их в банк.

Анализируется процесс подключения и сопровождения клиентов для выявления этапов, которые можно автоматизировать.

В процессе работы спроектирована диаграмма для более детального описания логики сценариев использования, которая представлена на рисунке 1.

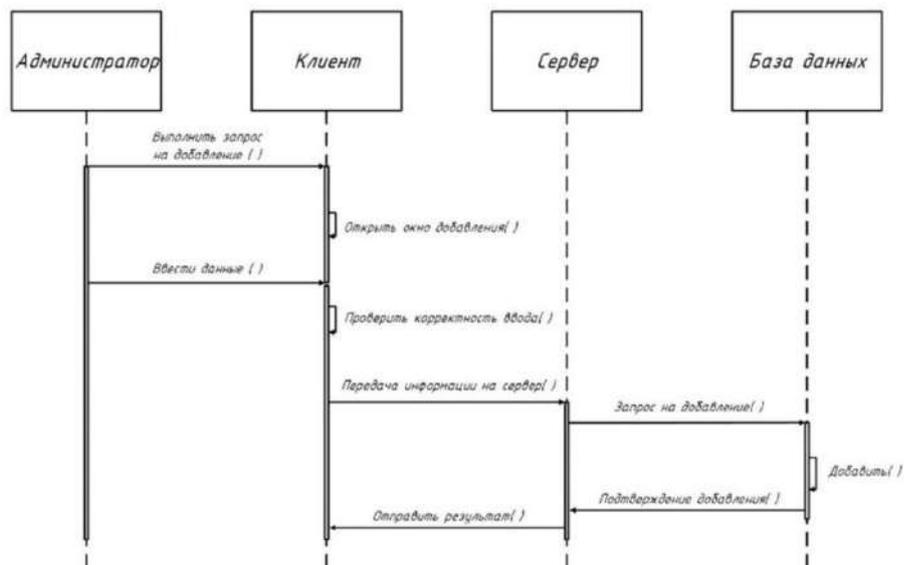


Рисунок 1 – Сценарий использования программы

Для того, чтобы показать функциональные возможности программного средства была разработана диаграмма вариантов использования. Действующими лицами являются администратор и пользователь. Действующим лицам доступны поиск клиента или организации, работа с ключами ЭЦП, отправка SMS и выходящие из них действия (рисунок 2).

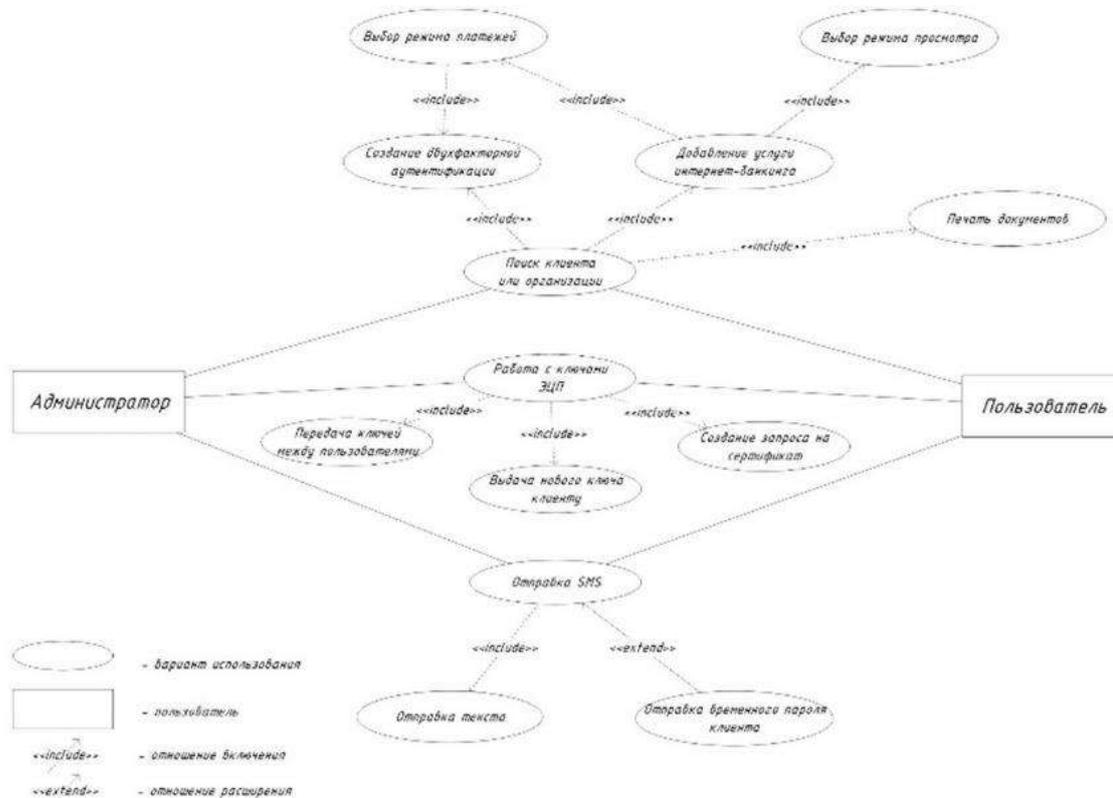


Рисунок 2 – Диаграмма вариантов использования

Также необходимо было создать базу данных. В качестве визуального средства проектирования выбрана СУБД *Oracle*.

Далее нужно было построить блок-схему алгоритма работы программы. Благодаря данному алгоритму, можно увидеть протекающие процессы более подробно (рисунок 3).

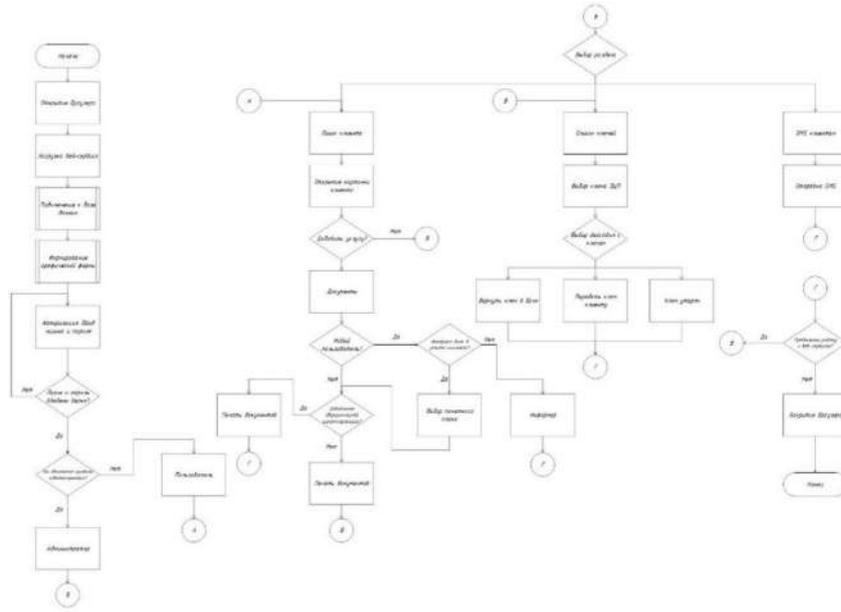


Рисунок 3 – Блок-схема алгоритма работы программы

При открытии программного средства отображается стартовый экран. На ней пользователь вводит логин и пароль (рисунок 4).

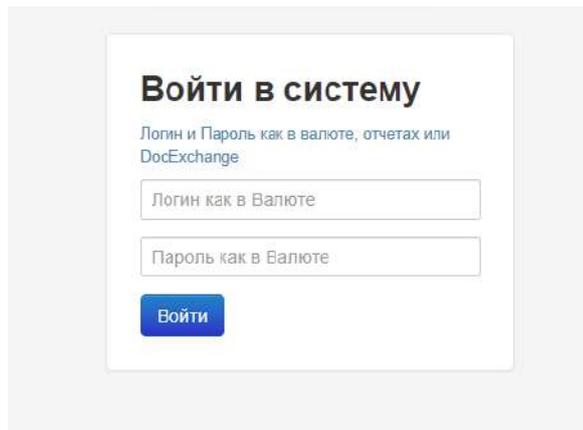


Рисунок 4 – Экран входа в систему

При успешной авторизации открывается главный экран. Пользователь может открыть карточку клиента или компании с подробной информацией о них. Также пользователь может добавить определенные услуги.

Для этого после нажатия кнопки откроется специальное меню добавления услуг (рисунок 5).

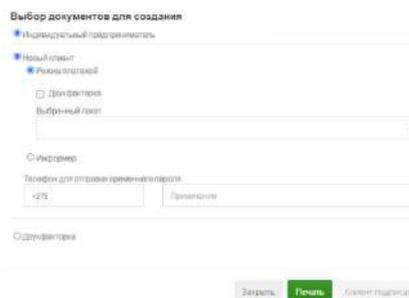


Рисунок 5 – Экран выбора услуг

Заключение. Выполнен анализ организационной и функциональной структуры предприятия и проблемных ситуаций, требующих решения. Описаны информационные потоки, уровень автоматизации процессов организации. Обоснована необходимость разработки веб-сервиса, который позволит снизить существующие издержки, обеспечить достижение стратегических целей по увеличению прибыли организации.

Разработано веб-приложение для подключения клиентов банка, обладающие большим функционалом. Создание веб-приложения включило в себя такие этапы, как: разработка технического задания, описание проектируемых процессов, создание базы данных, разработка дизайна пользовательского интерфейса, тестирование и отладка приложения.

Проведен расчет надежности программного средства, величина которого равна 0,9524, исходя из чего можно утверждать, что данная система достаточно надежна. Определен годовой экономический эффект от внедрения веб-приложения. Срок окупаемости проекта составляет 1 год.

Список литературы

[1] *Конкуренция в банковской сфере: тенденции и подходы к регулированию* / Чумаченко А.А.–Москва: 2016. – 14 с.

UDC 004.416.6

INFORMATION SYSTEM FOR WORKING WITH BANK CLIENTS

Grib A.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Prudnik A.M. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. The degree of customer focus of the bank is determined by its ability to satisfy the consumer's request. The speed of processing a customer request affects their loyalty. To reduce existing costs and achieve strategic goals to increase the profit of the organization, an analysis of the organizational and functional structure of the enterprise and problem situations that need to be addressed was carried out. Information flows, the level of automation of the organization's processes were described. A web application was developed to connect bank customers with great functionality. The creation of a web application included such stages as: development of technical specifications, description of the designed processes, creation of a database, development of user interface design, testing and debugging of the application. The calculation of the reliability of the software was carried out, the value of which is 0.9524, based on this, it can be argued that this system is quite reliable. The annual economic effect from the introduction of a web application is determined. The payback period of the project is 1 year.

Keywords: bank, request processing, business processes, EDS key, SMS, Oracle

УДК 004

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ

Жарковский А.Р.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Прудник А.М. – канд. техн.наук, доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Изложены факторы психологического здоровья преподавателя. Установлены характерные особенности психологического здоровья.

Ключевые слова: психологическое здоровье, факторы психологического здоровья

Введение. Исследования педагогической деятельности показали, что она обладает рядом особенностей, позволяющих характеризовать ее как потенциально эмоциогенную.

На сегодняшний день здоровье считается одной из главных общественных ценностей. Между тем психологическое здоровье является важнейшей составляющей здоровья человека и рассматривается как условие социальной стабильности прогнозируемости процессов, происходящих в обществе.

Специфика педагогической деятельности состоит в высокой насыщенности рабочего дня общением, постоянной концентрацией внимания и повышенной ответственности за учащихся. В качестве факторов, влияющих на психологическое здоровье преподавателя, большинство исследователей указывают на профессионально обусловленные деструкции личности, на возникновение негативных черт, формирование симптомов функционального выгорания и низкую стрессоустойчивость.

Основная часть. Подъем исследовательского интереса к проблеме психологического здоровья сегодня объясняется общим снижением уровня работающего населения в отдельных группах [1]. В первую очередь, это касается профессий, относящихся к разряду стрессогенных и эмоционально напряженных. Одной из них является профессия педагога.

Высокая эмоциональная напряженность педагогического труда вызывается наличием большого числа факторов стресса: высокий динамизм, нехватка времени, рабочие перегрузки, сложность возникающих педагогических ситуаций, социальная оценка, необходимость осуществления частых и интенсивных контактов, ответственности за результат общения и т.д. Напряженные факторы такого рода оказывают влияние на эмоциональное и физическое самочувствие преподавателя: появляется нервозность, раздражительность, усталость и иные недомогания. В некоторых случаях эмоциональное напряжение достигает критического момента, когда педагог теряет самообладание и проявляет себя в агрессивной форме (проявление гнева, раздражительность). Но профессиональный долг обязывает принимать взвешенные решения, преодолевать вспышки гнева, возмущения, недовольства.

Такая ситуация потенциально содержит в себе увеличение нервно-психического напряжения, что может привести к возникновению невротических расстройств, психосоматических заболеваний.

Не вызывает сомнения положение о том, что здоровье учащихся зависит не только от соблюдения санитарно-гигиенических норм, но и от эффективности организации образовательного процесса и характера взаимоотношений педагога с учащимся. Нарушения психологического здоровья педагога негативно отражаются как на характере взаимоотношений в системе «учитель-ученик». Так и на эффективности самого педагогического процесса [2].

До последнего времени проблема здоровья педагогов, как отдельной категории лиц не рассматривалось, качество образования не ставилось в зависимость от уровня здоровья педагогов. Вместе с тем, как показывают исследования, ухудшение здоровья педагогов незамедлительно сказывается на уровне обучения, поскольку именно педагог отвечает за организацию комфортной образовательной среды.

В связи с этим организация работы по сохранению психологического здоровья педагогов является наиболее актуальной задачей современной системы образования.

Термин «психологическое здоровье человека» фиксирует два понятийных словосочетания: психология человека и психология здоровья.

Впервые термин «психологическое здоровье» был введен И.В. Дубровиной которая рассматривала аспекты психического здоровья, относящиеся к личности в целом и находящиеся в тесной взаимосвязи с высшими проявлениями духа [2].

Психологическое здоровье – это «состояние, отражающее такой уровень развития личности, который характеризуется принятием других и самопринятием, спонтанностью, автономностью, адекватностью и гибкостью восприятия окружающего мира, духовностью, креативностью, ответственностью за свою жизнь, осознанностью существования, способностью к саморегуляции [3].

Основная функция психологического здоровья – поддержание активного динамического баланса между человеком и окружающей средой.

В течение жизни человека психологическое здоровье постоянно изменяется через взаимодействие внешних и внутренних факторов, причем не только внешние факторы могут преломляться через внутренние, но и внутренние факторы могут модифицировать внешние воздействия.

В научной литературе тему психолого-педагогического сопровождения профессионального здоровья педагога изучали в той или иной степени разные авторы и исследователи. Огромный вклад в разработку культурологических оснований содержания и технологий педагогического образования внесли А.А.Вербицкий, Е.В.Бондаревская, И.А.Зимняя, И.И.Зарецкая, И.Ф.Исаев, Л.М.Митина, В.А.Сластенин, и другие [3].

Психологическое здоровье описывается через различные характеристики: ведущие ценности; личностные особенности; уровень тревожности; успешность адаптации, самореализация и другие. Это приводит к противоречивости в показателях психологического здоровья.

Л.В. Сорокина, О.А. Попов выделяют пять основных факторов психологического здоровья, условно обозначенные как «социальная активность», «личностные особенности», «эмоциональное состояние», «образ жизни» и «уровень соматического здоровья» [3].

В первый фактор «социальная активность» со значимой нагрузкой вошли такие компоненты, как экстраверсия, сензитивность, рефлексивность, социальная активность, особенности протекания нервных процессов и др. Полученные результаты показывают, что социальная активность педагогов в большей степени зависит от профессионального круга общения, от умения распределять время на работу и на досуг, как личный, так и семейный. Социально активным педагогам свойственно проявлять доверие и симпатию к людям.

Высокая профессиональная загруженность на работе приводит к выводу, что в настоящее время социальная активность педагогов находится на невысоком уровне, что во многом обусловлено дефицитом свободного времени.

Во второй фактор «личностные особенности» вошли нейротизм, открытость, сотрудничество, добросовестность, и др. Данный фактор подчеркивает значимость личностных факторов педагогов, которые характеризуются ответственным отношением к работе, реалистичным отношением к жизни, стремлением к новым знакомствам и открытиям,

хотя зачастую на это не остаётся достаточно времени. Из числа компонентов данного фактора для педагогов наиболее характерны чувство долга и последовательность в достижении цели. В неблагоприятных (стрессовых) ситуациях у них высока вероятность развития невроза.

Третий фактор «эмоциональное состояние» объединил показатели, отражающие умение педагога распределять время на личный досуг и трудовую деятельность, а именно: эмоции, ясность сознания, социальные взаимодействия, ведение домашнего хозяйства, общение, работоголизм, эмоциональное выгорание, тревога и др. По таким данным этого фактора у большинства педагогов отмечается синдром эмоционального выгорания. Нерациональный образ жизни приводит к развитию повышенной тревожности и продолжительным депрессивным состоянием.

Четвертый фактор «образ жизни» объединил показатели: стресс, гиподинамию, уровень соматического здоровья, нерациональное питание, нарушение артериального давления, избыточный вес, курение. Согласно результатам по этому фактору, психологическое здоровье зависит от образа жизни. Вредные привычки, малоподвижный образ жизни, нерегулярное питание отражаются на соматическом здоровье педагогов. Тревожность по поводу профессиональной компетентности приводит к развитию хронического стресса.

Заключение. Таким образом, ухудшение психологического здоровья преподавателя снижает эффективность обучения, повышает конфликтность во взаимоотношениях с обучаемыми и с коллегами, способствует возникновению и закреплению в структуре характера и профессиональных качествах негативных черт. Поэтому знание закономерностей сохранения и укрепления психологического здоровья в педагогической деятельности, умение управлять собственными эмоциями и состояниями, а также овладение приемами и способами психической саморегуляции являются важными компонентами успеха преподавателя. Исследование психологического здоровья преподавателей связано с выявлением факторов риска и факторов, укрепляющих здоровье преподавателя.

Здоровье педагога определяет эффективность его профессиональной деятельности и является основополагающим фактором сохранения психического здоровья учащихся. Сохранение психологического здоровья преподавателей возможно только при комплексном подходе к решению данной проблемы. Необходима организация работы, направленной на повышение стрессоустойчивости педагога, повышение его самооценки, уровня самопринятия, снижение тревожности и самоагрессии. Важным направлением должно стать повышение грамотности у педагогов по вопросам сохранения и укрепления собственного здоровья.

Список литературы

1. Митина Л.М., Митин Г.В., Анисимова О.А. *Профессиональная деятельность и здоровье педагога*. М., 2005 - 27 с.
2. Семёнова Е.М., *Психологическое здоровье педагога: возможности его сохранения и укрепления [Эл. ресурс] М.2017 – 19-23 с.*
3. Сорокина Л.В., *Психологическое здоровье педагогов, факторы его определяющие ВТУ*, 2012 – 87-98 с.

UDC 004

ANALYSIS OF FACTORS TO DETERMINE THE STATE OF PSYCHOLOGICAL HEALTH OF TEACHING STAFF

Zharkovsky A.R.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Prudnik A.M. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. The factors of the psychological health of the teacher are described. The characteristic features of psychological health are established.

Keywords: psychological health, psychological health factors

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СОЗДАНИЯ ГОРОДОВ СПУТНИКОВ. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Галабурда В.С., Микиша В.С., Цалапов А.Д.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Цявловская Н.В. – магистр техн. наук, старший преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. Данная статья выявляет основные сдерживающие факторы переезда жителей г. Минска в города-спутники, а также способы устранения негативных факторов путем государственного капиталовложения в различные сектора экономики городов-спутников.

Ключевые слова: города-спутники, анкетирование, застройка, рынок жилья, транспортное обеспечение, градостроительство, жилая среда

Введение. Население Минска уже превысило 2 миллиона человек [1]. Число городских жителей растет не столько за счет естественного прироста (рождаемости), сколько за счет миграционных потоков. Вымывая регионы, столица концентрирует лучшее — молодые, динамичные и квалифицированные кадры. Плотность населения в Минске выше, чем во многих европейских столицах. Большая плотность населения в городах приводит к большой загазованности воздуха в городах, шумовому транспортному загрязнению. Эти факторы повышают риски негативного влияния на здоровье и жизнедеятельность городских жителей. Остановить эту тенденцию можно с помощью реализации проекта перспективного развития городов-спутников.

Основным импульсом развития городов-спутников было заявлено жилое строительство как инструмента по решению проблемы нехватки территорий под жилищное строительство в городе Минске и привлечению населения в города-спутники [2].

Цель данной работы: выявить основные сдерживающие факторы реализации проекта строительства городов-спутников и повышение информированности населения о реализации перспективного направления по экологизации, повышению комфортности и безопасности среды обитания городского населения.

Основным направлением в работе явилось всестороннее изучение информированности и мнения жителей города Минска о развитии городов-спутников, выявление причин отказа от переселения в данные малонаселенные пункты и возможные пути решения этих проблем. Достичь положительного результата при решении данного вопроса возможно только при наиболее полном соответствии критериев, заложенных в проект создания городов-спутников, тем требованиям, которые предъявит будущий их житель.

Основная часть. Получение информационного материала велось посредством электронного анкетирования, которое отражает мнение различных возрастных групп населения, а также с учетом его семейного состава (наличия детей в семье и их количества).

Анализ анкетирования выявил следующее:

1. Из 247 опрошенных респондентов – 193 человека имеют в собственности квартиру в городе Минске, соответственно, у 54 – таковая отсутствует. Большинство опрошенных – 195 человек имеет одного-двух детей, 33 семьи являются многодетными, у 24 – детей нет. Основная часть опрошенных находятся в возрастных промежутках 25-50 лет – 127 человек и 45-55 лет – 68 человек.

2. В ближайшие годы приобретать квартиру или расширять имеющуюся жилплощадь планирует 71 человек из анкетированных.

3. Информированность респондентов о проекте создания городов-спутников крайне низкая: не информированы – 191 респондент.

Информированность респондентов о сущности и цели создания данного проекта – с аналогичными результатами: не информированы – 221 респондент. Результат довольно низкий, с учетом того, что в последние годы появилось достаточно информационных статей по данной тематике на страницах интернет порталов.

4. Одним из наиболее важных проблемных вопросов анкетирования явился вопрос о типе застройки городов-спутников, как фактора непосредственного влияния на планировку города. Анализируя вышеизложенное, можно сделать предположение, что проживание в городе-спутнике будет ассоциироваться у населения с вариантом строительства частного дома или же проживания в более комфортных зданиях малой этажности. Данный вариант застройки несет в себе и положительную экологическую составляющую, т.к. соответствует экологическим градостроительным планировочным мероприятиям городской застройки, безопасным для проживания населения районам с минимальным уровнем концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе жилого района.

5. Ценовые характеристики (стоимость строительства квадратного метра жилого помещения), при которых рассматривался бы вариант переезда желающих в город-спутник, должны находиться в пределах 500-700 у.е. Стоит отметить, что под этим подразумевалась цена квадратного метра именно для индивидуальной застройки или домов повышенных потребительских качеств (пониженной этажности – до 5 этажей, экологически «чистый» район и т.п.).

Проанализировав предложения на рынке жилья, только стоимость жилья в Руденске соответствует предъявляемым критериям и с экономической и с экологической точек зрения.

6. Среди главных недостатков, с которыми может столкнуться будущий житель города - спутника, можно выделить: недостаточность в развитии транспортной системы как фактора внешнего сообщения, которая должна обеспечить возможности быстрого и комфортного перемещения в столицу; недостаточность развития социальной инфраструктуры (свободных мест в дошкольных и учебных заведениях, перегрузка в обслуживании населения услугами медицинских учреждений); отсутствие рабочих мест и более низкий уровень оплаты труда в этих населенных пунктах в сравнении с городом Минском.

Именно вопрос развития транспортного сообщения в первые годы развития городов-спутников будет играть решающую роль, т.к. создание необходимого количества рабочих мест – процесс медленный. Соответственно, основная масса жителей этих городов столкнется с серьезной проблемой. Стоит учитывать, что и уровень оплаты труда специалистов на данный момент имеет существенное отличие между столицей и данными городами. Создание комфортных условий перемещения между городами-спутниками и Минском будет стимулировать выбор места жительства в пользу первого. Основным критерием комфортности в этом плане принято считать время и стоимость проезда. Например, жители пригородов Нью-Йорка, Парижа, Берлина преодолевают расстояние от дома в пригороде, до городской черты (в среднем 30 км) – за 25 минут, в основном пользуясь личными автомобилями и железнодорожным видом транспорта [3].

Решением этой проблемы можно находить в железнодорожном транспорте, но низкая скорость движения поездов и значительное количество остановочных пунктов также приводит к значительным временным потерям. Наглядным примером является маршрут городских линий Минск – Беларусь (Заславль), время в пути современного электропоезда компании Штадлер составляет 34 минуты. Паровоз Овечкина в 1912 году этот маршрут преодолевал за 42 минуты. Т.е. разница 110 лет прогресса во времени составляет 8 минут. Для справки: за 34 минуты скоростные поезда в Японии, Франции, США покрывают расстояние в 120-150 км. Основной причиной такой низкой скорости, кроме остановочных пунктов, является непригодность нынешних железнодорожных транспортных магистралей страны для движения со скоростью выше 110-120 км в час (и только на отдельных участках). Кроме того, железнодорожный транспорт испытывает большую нагрузку по транспортировке грузов: согласовать движение медленных грузовых поездов с расписанием скоростных электричек очень сложно. Необходимо рассмотреть вариант строительства новых железнодорожных

линий, которые могли бы использоваться для движения поездов со скоростями 200-240 км/час. По проектам строительства аналогичных транспортных магистралей в России, странах Европы 1 км такой магистрали – обходится 1,5 – 2 млн. долларов. Строительство 1 км второй кольцевой дороги Минска обошелся стране в 1,3 млн. долларов.

На наш взгляд, перспективным направлением строительства новой железнодорожной линии, является направление г. Воложин Минской области – г.п. Островец, с последующим выходом на границу с Литвой. Ближайшая к Островцу станция Гудогай находится в 4 км. Автоматически эти города должны быть включены в состав городов-спутников. На наш взгляд, именно Островец может быть примером комплексного развития города-спутника, связанного с Минском не просто по принципу удаленного спального района, а наличием крупного научно-производственного объекта на базе АЭС, созданием значительного количества рабочих мест с высокой технологической составляющей. Кроме того, и Воложин и Островец имеют ряд других преимуществ, в сравнении с уже определенными городами-спутниками.

Заключение. Проектировщикам и управленцам от градостроительства важно обратить внимание на два важных фактора, которым руководствуются при выборе потенциальные жители городов-спутников.

Во-первых, качественная и экологичная жилая среда, отличная от той, которая формируется в новых районах крупных городов и областных центров. Разнообразная, низко- и среднеэтажная жилая застройка в непосредственной близости к природным объектам. Города-спутники могут стать альтернативой городскому проживанию для семей с детьми, у которых повышенные запросы к непосредственному окружению с точки зрения безопасности жизнедеятельности, качеству окружающей природной среды, соответствие экологическим нормативам. Второй фактор, который необходимо учитывать как приоритетный, – это удобная транспортная доступность. Количество времени, затрачиваемое для поездки в центр города, не должно превышать 30-40 минут в каждом направлении. В противном случае, жители крупных перенаселенных городов по-прежнему будут стремиться в выборе места проживания отдавать предпочтение городу Минску и областным центрам Беларуси.

Транспортное обслуживание должно осуществляться несколькими видами транспорта, т.е. жители города - спутника должны иметь возможность, помимо использования личного автотранспорта, иметь доступ в города общественными видами транспорта, прежде всего скоростным рельсовым (пригородно-городской электричкой), который обеспечивает высокую скорость перемещения, а также предоставит пассажирам должный уровень комфорта и безопасности при перемещении.

Список литературы

1. Первые итоги переписи населения Республики Беларусь 2019 года
2. Учебник для студентов высших учебных заведений / Е.Н. Перцик. // Издательский центр "Академия" – 2009. – 432 с.
3. От дома до работы: как транспортное сообщение изменило устройство городов / А. Соломина – Р. 2- 36.
4. II Всероссийская конф. «Естественно-научные основы теории и методов защиты окружающей среды» Санкт-Петербург, 2011/Tsavlovskaja N.V., Kamlach V.I. – Р. 67.

УДК 004.4

SATELLITE CITIES OF THE CITY OF MINSK

Galaburda V.S., Miksha V.S., Tsalapov A.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Tsavlovskaja N.V. – master of technical sciences, senior lecturer of the department of EPE

Annotation. This article identifies the main deterrents to the relocation of Minsk residents to satellite cities, as well as ways to eliminate negative factors through government investment in various sectors of the economy of satellite cities.

Keywords: satellite cities, questioning, development, housing market, transportation, urban planning, living environment

УДК 004.9

ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В РАМКАХ БОЕВОЙ ПОДГОТОВКИ КУРСАНТОВ ВОЕННОГО ФАКУЛЬТЕТА БГУИР

Голованов Р.А., Василькова А.Н.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Казак Т.В. – д-р психол. наук, профессор, заведующая кафедрой ИПиЭ

Аннотация. Подготовка военных кадров во многом обуславливается характером и перспективами развития профессиональной деятельности офицерского состава и приобретает особую значимость в решении задач вооруженной защиты страны. В теории и практике профессиональной подготовки курсантов происходят существенные изменения, связанные с корректировкой требований государственных образовательных стандартов, необходимостью переосмысления цели, задач и сущности профессиональной подготовки в высшей военной школе. Основная задача современного этапа состоит в том, чтобы вывести военно-профессиональное образование на качественно новый уровень, обеспечивающий радикальное повышение профессионализма и общей культуры военных кадров, а именно, переосмысление идей и социальной сущности процесса профессиональной подготовки военных специалистов.

Ключевые слова: подготовка военных кадров, профессиональная подготовка курсантов, военно-профессиональное образование

Введение. Особенностью профессиональной подготовки офицерского состава является особая сложность и повышенная динамичность их профессиональной деятельности. Поэтому для данной профессиональной группы проблема управления качеством профессиональной подготовки является особенно актуальной.

Суть профессиональной подготовки будущих военных кадров видится не в совокупности отдельных мероприятий, направленных на модернизацию процесса обучения, а в кардинальной перестройке всей системы обучения.

Использование современных средств информационных технологий, таких как, электронные версии занятий, электронные учебники, обучающие программы является актуальностью для современного профессионального военного образования. Использование компьютерных технологий обучения в условиях учебного процесса по программам подготовки офицеров запаса и офицеров для службы в Вооруженных Силах высших учебных заведений позволяет решать ряд задач: повышение интереса к изучаемому предмету; увеличение объема информации по дисциплинам военной подготовки; улучшение качества организации учебного процесса; использование индивидуального характера обучения.

Военными психологами были изучены особенности профессиональной деятельности командиров подразделений в различных видах войск, выделены некоторые профессионально важные качества. Тем не менее, не все из выделенных профессионально-важных качеств охватываются специальными методиками. Для изучения творческого мышления, высокой подвижности нервных процессов, адекватной оценки трудных ситуаций используются методики, не в полной мере отвечающие психологическому содержанию этих качеств. Большое значение в рассмотренных методических подходах к профессиональному отбору младшего начальствующего состава придается методам наблюдения и беседы. Главным образом с их помощью изучаются характерологические особенности кандидатов на должности командиров.

Однако, успешность реализации этого подхода зависит от психологической компетентности лиц, проводящих отбор младшего начальствующего состава, их умения адекватно оценивать по результатам наблюдения способности курсантов к руководству учебным подразделением.

Основная часть. Предметом исследования являются психолого-эргономические составляющие служебной деятельности младших командиров курсантских подразделений, психологические, психофизиологические и социально-психологические особенности младших командиров, успешность их служебной деятельности

Цель исследования: теоретическое и эмпирическое изучение влияния психологических, психофизиологических и социально-психологических характеристик младшего командира курсантского подразделения на успешность выполнения им задач по служебно-должностному предназначению.

Для достижения цели исследования были поставлены задачи

1. Провести системный анализ возможных методологических подходов и теоретических концепций в исследованиях деятельности командиров воинских подразделений, выявить психолого-эргономические составляющие успешности деятельности младшего командира курсантского подразделения, сформулировать основные проблемы и направления дальнейшей разработки данной проблематики.

2. Разработать профессиограмму для должности младшего командира (командира отделения и командира группы) курсантского подразделения на основе концепции эргатических систем.

3. Осуществить и обосновать выбор методов, валидных и надежных методик комплексного эмпирического исследования психолого-эргономических составляющих служебной деятельности командиров курсантских подразделений, а также ее успешности.

4. Предпринять системно-комплексное изучение детерминант успешности деятельности курсанта на должности командира отделения или группы.

5. Определить перечень психодиагностических методик, валидных для отбора курсанта на должность младшего командира.

Гипотеза исследования состояла в том, что успешность профессиональной деятельности младшего командира по управлению курсантским коллективом зависит в определенной степени от выраженности различных психологических, психофизиологических и социально-психологических качеств его личности, что ведет к необходимости определения профессиональной психологической пригодности курсанта к занятию должности младшего командира.

Психология безопасности рассматривает применение психологических знаний для обеспечения безопасности труда человека и составляет важное звено в структуре мероприятий по обеспечению безопасной деятельности человека. Психология безопасности рассматривает психические процессы, свойства и анализирует различные формы психических состояний, наблюдаемых в процессе трудовой деятельности. В структуре психической деятельности человека различают три основные группы компонентов: психические процессы, свойства и состояния (рисунок 1).

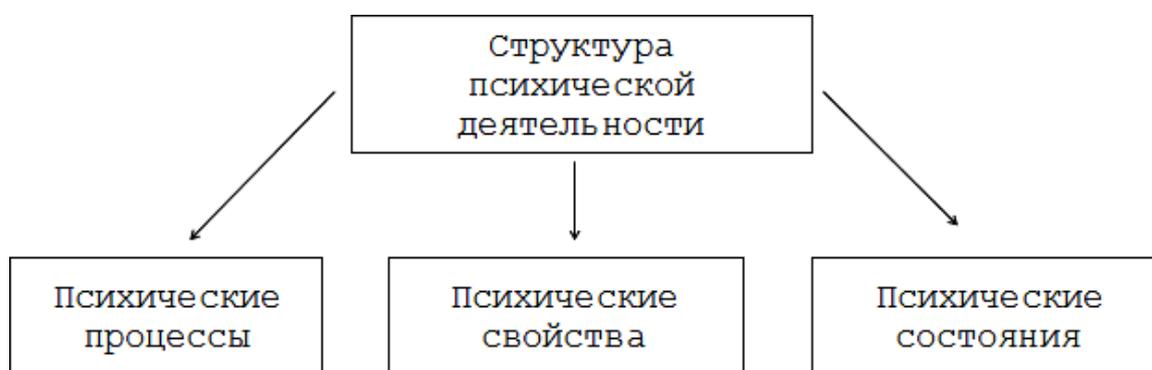


Рисунок 1- Структура психической деятельности человека

Психические процессы составляют основу психической деятельности. Различают познавательные, эмоциональные и волевые психические процессы (ощущения, восприятия, память и др.)

Психические свойства – это качества личности (характер, темперамент). Среди качеств личности выделяют интеллектуальные, эмоциональные, волевые, моральные, трудовые. Качества личности устойчивы и постоянны.

Психическое состояние человека – это структурная организация компонентов психики, выполняющих функцию взаимодействия человека со средой обитания (производственной средой). Психическое состояние человека в конкретный момент времени может оказывать положительное или отрицательное влияние на трудовую деятельность, в частности, на безопасность производственного процесса.

Заключение. Таким образом, необходимо привлечение теории и методологии психологии труда и эргономики для выявления специфики деятельности младших командиров и обеспечения научности осуществляемого определения и прогнозирования успешности служебной деятельности курсанта на командной должности.

Выполнение всего комплекса мероприятий по соблюдению требований безопасности военной службы в Вооруженных Силах Республики Беларусь при проведении различных видов оперативных, тактических, командно–штабных учений, занятий позволит существенно снизить уровень травматизма среди военнослужащих.

Список литературы

1. Адамчук В. В. Эргономика : учеб. пособие / под общ. ред. В.В. Адамчука. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/index.php?page=book&id=119534>– Дата доступа : 21.02.2022.
2. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник для бакалавров / С.В. Белов. – М. : Юрайт, 2012. – 680 с.
3. Григорьев С.М. Актуальные вопросы обеспечения безопасности военной службы в Вооруженных Силах // Человеческий капитал. 2016. № 6. С. 32 - 34.
4. Жовнерчук Е.В., Корнилова А.А., Разорёнова Т.С. К вопросу о психофизиологическом состоянии военных специалистов в экстремальных условиях деятельности // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2010. Т. 99. № 8. С. 36-39.
5. Смирнов Н.П. Разгонов В.Л. Роль дисциплины «Медицинское обеспечение» в контексте формирования оборонного сознания курсантов военных учебно-научных центров в современных условиях // Фундаментальные исследования. 2014. № 6-7. С. 1509-1512.
6. Приказ Министра обороны Республики Беларусь от 21.02.2012 №159 «Об утверждении инструкции о порядке использования полигонов и войсковых стрельбищ, объединений, соединений и воинских частей в Вооружённых Силах» –186с.
7. Приказ Министра обороны Республики Беларусь от 26.11.2015 №1515 «Инструкция о порядке обеспечения безопасности военной службы в Вооруженных Силах и транспортных войсках» –78с.
8. Приказ Министра обороны Республики Беларусь от 10.07.2014 №720 «Об утверждении руководства по боевой подготовке в Вооружённых Силах Республики Беларусь» –127с.

UDC 004.924

PSYCHOLOGICAL FACTORS INFLUENCING ERGONOMICS DURING COMBAT TRAINING CLASSES FOR CADETS OF THE MILITARY FACULTY OF BSUIR

Golovanov R.A., Vasilkova A.N

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kazak T.V. – Psy. D., full professor, head of the department of EPE

Annotation. The training of military personnel is largely determined by the nature and prospects for the development of the professional activities of officers and acquires particular importance in solving the tasks of the armed defense of the country. In the theory and practice of vocational training of cadets, significant changes are taking place related to the adjustment of the requirements of state educational standards, the need to rethink the purpose, objectives and essence of vocational training at the higher military school. The main task of the current stage is to bring military vocational education to a qualitatively new level, providing a radical increase in the professionalism and general culture of military personnel, namely, rethinking the ideas and social essence of the process of professional training of military specialists.

Keywords: training of military personnel, professional training of cadets, military vocational education

МУЛЬТИПЛАТФОРМЕННОЕ ИГРОВОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ «UNTREVELLED DREAM»

Погорельцев Г.И.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Кабариха В.А. – ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Разработано мультиплатформенное игровое приложение «Untrevelled dream» при использовании среды разработки Unity. Определены основные этапы разработки.

Ключевые слова: Видеоигра, мультиплатформенное игровое приложение, среда разработки, Unity

Введение. Мультиплатформенное игровое приложение, Многоплатформенное игровое приложение — видеоигра, которая способна работать на нескольких аппаратных платформах компьютера. Мультиплатформенные видеоигры относятся к кроссплатформенному программному обеспечению. Для каждой отдельной платформы мультиплатформенная игра имеет отдельную версию, которая предназначена для запуска именно на этой платформе. В зависимости от особенностей игры и целевых платформ версии одной игры для разных платформ могут отличаться одна от другой в разных степенях. Платформы, на которых выходит мультиплатформенная игра, называют целевыми платформами [1].

Мультиплатформенные игровые приложения получили широкое распространение в начале развития игровых консолей. Из-за различий в архитектуре игровых устройств игры могли иметь как небольшие отличия, так и огромные отличия, вплоть до изменения жанровой принадлежности видеоигры.

Основная часть. Разработка любой игры разделяется на несколько этапов, количество которых может варьироваться в зависимости от проекта.

В данном случае разработка состоит из следующих этапов:

- проработка идеи;
- создание игры;
- тестирование;

Этап проработки идеи включает в себя проектирование того, что это будет за игра, какой ее жанр, визуальный стиль, сеттинг, герои, кто целевая аудитория проекта и на какой платформе будет игра. Продумывая все эти детали, образуется концепция, из которой и будут вытекать все остальные этапы разработки игры. В нее также входит и выбор среды разработки.

Данная игра основана на мифологии славянских народов 10-11 вв., что является также сценарной основой и сеттингом. основываясь на данном временном периоде был выбран жанр action-RPG.

Сеттинг – это игровое пространство, где протекает действие игры [2].

Action – жанр компьютерных игр, в котором делается упор на эксплуатацию физических возможностей игрока, в том числе координации глаз и рук и скорости реакции [3].

RPG – жанр игр, основанный на элементах игрового процесса традиционных настольных ролевых игр. В ролевой игре игрок управляет одним или несколькими персонажами, каждый из которых описан набором численных характеристик, списком способностей и умений; примерами таких характеристик могут быть очки здоровья (англ. hit points, HP), показатели силы, ловкости, интеллекта, защиты, уклонения, уровень развития того или иного навыка и т. п. [4]

Action-RPG объединяет два понятия воедино.

По причине отсутствия достаточных вычислительных мощностей был выбран визуальный стиль low-poly (рисунок 1).



Рисунок 1 – Пример визуального стиля low-poly

Low-poly (от англ. low — низко и polygon — полигон) — трёхмерная модель с малым количеством полигонов. То есть это модели, которые состоят из минимального числа полигонов. При этом их достаточное количество для визуального восприятия получаемого объекта [5].

Рассмотрев все аспекты разработки, было принято решение использовать среду разработки Unity (рисунок 2).

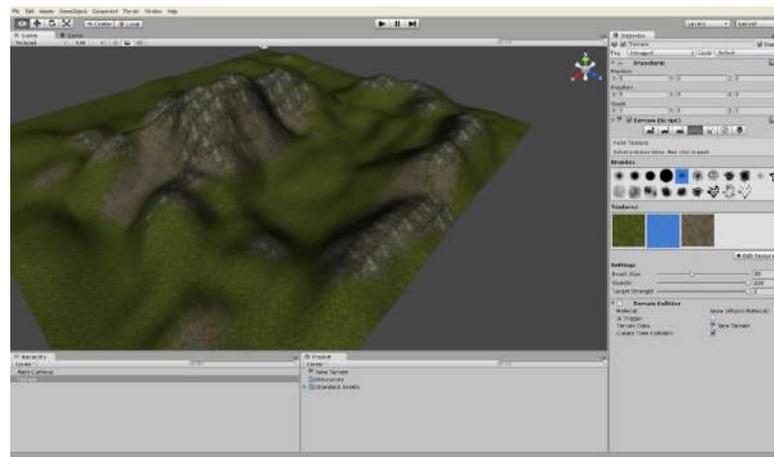


Рисунок 2 – Среда разработки Unity

Основываясь на предыдущих данных целевой аудиторией, являются мужчины в возрасте от 16 до 30 лет.

Решение о том на каких платформах игра будет выпущена остается либо за издателем, либо за разработчиком. В данном случае было принято решение разработать игру для следующих платформ:

- смартфон с операционной системой Android;
- персональные компьютеры;
- игровая консоль Xbox.

Unity – межплатформенная среда разработки игр, разработанная американской компанией Unity Technologies. Unity позволяет создавать приложения, работающие на более чем 25 различных платформах, включающих персональные компьютеры, игровые консоли, мобильные устройства, интернет-приложения и другие [6].

Создание игры подразделяется на следующие этапы:

- Прототип: это начальное испытание игры
- Первая играбельность: первая играбельность дает гораздо лучшее представление о внешнем виде и игровом процессе. Хотя он еще далек от финала, заполнители заменяются более качественными активами и добавляются иллюстрации.

– Пре-альфа: большая часть контента разрабатывается на этапе пре-альфа. На этом этапе разработки игры нужно будет принять несколько важных решений. Контент может быть вырезан, или для улучшения игрового процесса потребуется добавить новые элементы.

– Альфа: игра «завершена», что означает, что все основные функции были добавлены, и в игру можно играть полностью от начала до конца. Некоторые элементы, такие как художественные активы, все же, возможно, потребуется добавить, но элементы управления и функции должны работать правильно.

– Бета: на этом этапе весь контент и ресурсы интегрированы, и следует сосредоточиться на оптимизации, а не на добавлении новых функций или возможностей.

– Gold master: игра окончательная и полностью готова.

На этапе тестирования проверяется, как игра работает, обнаруживаются ошибки и неполадки. Этап тестирования идет параллельно этапу создания игры.

Заключение. Был описан полный цикл разработки игры от создания идеи до конечного продукта.

Список литературы

1. Мультиплатформенная компьютерная игра [Электронный ресурс] – 2020 – https://ru.wikipedia.org/wiki/Мультиплатформенная_компьютерная_игра – Дата доступа : 02.03.2022
2. Сеттинг [Электронный ресурс] – 2007 – <https://rpg.fandom.com/ru/wiki/Сеттинг> – Дата доступа : 08.03.2022
3. Action [Электронный ресурс] – 2010 – <https://ru.wikipedia.org/wiki/Action> – Дата доступа : 11.03.2022
4. Компьютерная ролевая игра [Электронный ресурс] – 2006 – https://ru.wikipedia.org/wiki/Компьютерная_ролевая_игра – Дата доступа : 01.03.2022
5. Low poly [Электронный ресурс] – 2012 – https://en.wikipedia.org/wiki/Low_poly – Дата доступа : 06.03.2022
6. Unity (игровой движок) [Электронный ресурс] – 2009 – [https://ru.wikipedia.org/wiki/Unity_\(игровой_движок\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Unity_(игровой_движок)) – Дата доступа : 04.03.2022

MULTIPLATFORM GAME APPLICATION

Pogoreltsev G.I.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kabarykha V.A. – assistant at the department of EPE

Annotation. Was developed the multiplatform game application "Untrevelled dream" using the Unity development environment. The main stages of development were determined.

Keywords: Videogame, multiplatform game application, development environment, Unity

СЕКЦИЯ 4
«ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА»

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ СЦЕН В ARNOLD RENDERER

Рабеко Д.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Столер В.А. – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой ИКТ

Аннотация. Проведено исследование параметров Arnold Renderer, которые влияют на качество получаемых изображений трехмерных сцен.

Ключевые слова: компьютерная графика, визуализация, трассировка лучей, трехмерный рендеринг, фотореализм, освещение, тени, Arnold Renderer

Введение. Качество изображения компьютерных сцен напрямую зависит от процесса рендеринга в компьютерной графике. Под рендерингом понимается создание плоской картинке - цифрового растрового изображения трёхмерной сцены.

Предлагается для повышения качества изображения трехмерных сцен использовать *Arnold* (Арнольд) – новый высококачественный рендер, имеющий расширенный функционал. *Arnold* имеет множество преимуществ по отношению к конкурирующим рендерам, превосходя их в быстродействии. Кроме того, *Arnold* позволяет получить как фотореалистичный рендер, так и экспрессионистскую картинку [1].

Основная часть. *Arnold Renderer* использует передовые алгоритмы такие как алгоритм brute force, означающий, что глобальное освещение рассчитывается в каждом пикселе кадра. В этом и состоит отличие от таких методов как *final gathering* или *irradiance mapping* в которых мы не рассчитываем глобальное освещение в каждом пикселе. Преимущество в том, что алгоритм brute force оптимизирован, и он гораздо быстрее аналогичных рендеров. *Arnold* попадает в категорию рендеров *Monte Carlo path tracer* – метод при котором лучи беспорядочно отражаются от каждой поверхности, что придает ей характерный зернистый вид, а так же позволяет управлять рендером в интерактивном режиме. Точность вычислений мы можем контролировать либо глобально, либо через каждый отдельный источник света или материал, а также глубину излучений, которая определяется количеством переотражений для каждого из компонентов сцены.

Настройка рендера в *Arnold* разбита на пять частей: *Common* (Общее); *Arnold Renderer* (Настройки визуализатора); *System* (Настройки системы); *AOVs* (Управление произвольными переменными вывода); *Diagnostics* (Диагностика).

Основные настройки рендера сосредоточены в настройках визуализатора (рисунок 1). Важным разделом настроек визуализатора является *Sampling*, так как *Arnold* – это рейтрейсинговый рендер, а семплинг и глубина лучей – это основа *Arnold* как рейтрейсера [2].

Когда *Arnold* рендерит изображение, ему надо знать цветовое значение для каждого отдельного пикселя, что бы он мог составить финальную картину и дать нам финальное изображение. Что бы это сделать *Arnold* выпускает несколько лучей из камеры, они задевают разные объекты и поверхности. Когда они что-либо задевают, лучи получают информацию и возвращают её обратно – данный процесс можно назвать сэмплингом (*Sampling*). Настройки сэмплинга отвечают за качество рендера.

Количество лучей, выпускаемых камерой, может быть установлено сэмплом *Camera* (*AA*). Сэмплы *Camera* являются глобальным множителем, и чем выше значение, тем выше качество рендера. Увеличение данного значения также увеличивает время рендера. Увеличивая данное значение стоит помнить, что оно влияет и на вторичные типы лучей, такие как *diffuse*, *specular*, *transmission*, тем самым улучшая или ухудшая их качество.

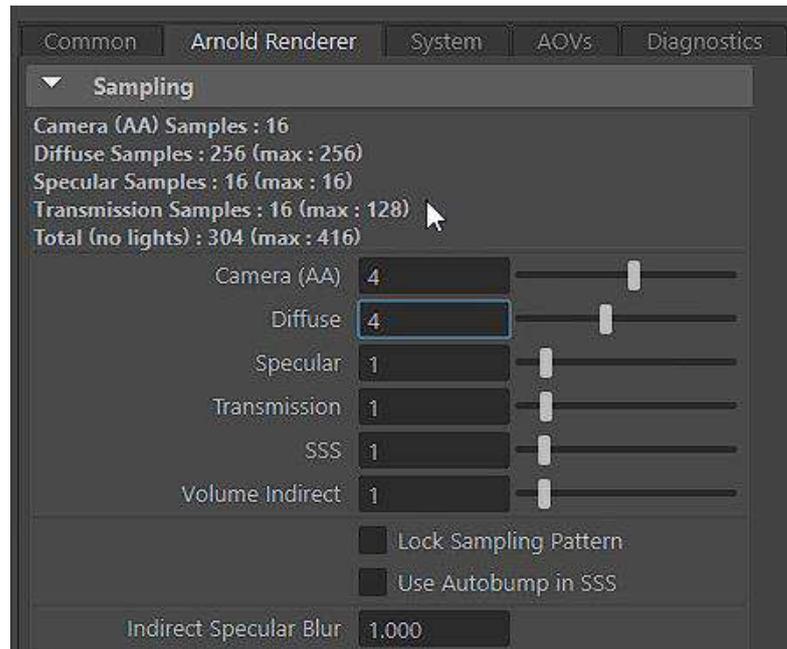


Рисунок 1 – Меню сэмпирования Arnold

При отражении света от поверхности и дальнейшем следовании к другим поверхностям, на последних может возникать шум от отраженных не прямых лучей. Для уменьшения данного шума применяется *Diffuse* сэмпирование путем увеличения количества *Diffuse* сэмплов.

Сэмпы *Specular* используются для управления качеством не прямых зеркальных отражений. Увеличение данного значения улучшает точность и качество отражений (рисунок 2).

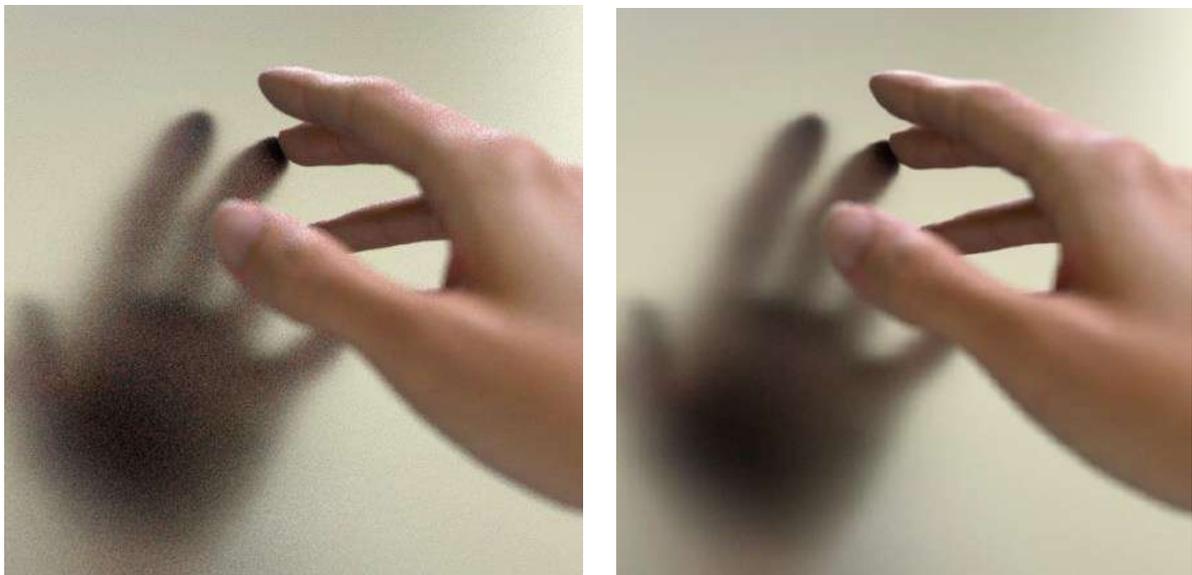


Рисунок 2 – Уменьшение шумов при увеличении specular сэмплов

Сэмпы *Transmission* связаны с прозрачными и преломляющими поверхностями. Увеличение данного параметра улучшает качество не прямой трансмиссии и уменьшает количество шума от не прямых преломлений (рисунок 3).



Рисунок 3 – Уменьшение шумов при увеличении transmission сэмплов

SSS (Subsurface scattering) – подповерхностное рассеивание. Его значение определяет количество выборок освещения (прямого и непрямого), которые будут взяты для оценки освещения в пределах радиуса затеняемой точки для расчета подповерхностного рассеивания. Еще одним важным фактором настройки рендера является *Ray Depth*, отвечающий за то, насколько далеко лучи могут пройти в трехмерной сцене.

Заключение. *Arnold Renderer* применяет передовые алгоритмы, которые максимально эффективно используют аппаратные ресурсы компьютера. Изменяя значения параметров *Transmission, Diffuse, Specular, Transmission, Volume, Transparency Depth* можно влиять на качество изображения трехмерной сцены (рисунок 4).



Рисунок 4 – Повышение качества изображения трехмерных сцен

Список литературы

1. *Arnold for maya user guide* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.arnoldrenderer.com/display/A5AFMUG/Arnold+for+Maya+User+Guide>.
2. *Sampling* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.arnoldrenderer.com/display/A5AFMUG/Sample.s>.

UDC 004.921

INCREASING IMAGE QUALITY 3D SCENES IN ARNOLD RENDERER

Rabeko D.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Stoler V. A. – PhD, assistant professor, head of the department of ECG

Annotation. A study was made of the Arnold Renderer parameters that affect the quality of the resulting images of three-dimensional scenes.

Keywords: computer graphics, visualization, ray tracing, 3D rendering, photorealism, lighting, shadows, Arnold Renderer

УДК 004.021

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УПРУГО ДЕФОРМИРУЕМОГО ГИБКОГО ЗВЕНА СО ШКИВОМ

Буй Ш.Л.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Вышинский Н.В. – канд. техн. наук, профессор, профессор кафедры ИКТ

Аннотация. В статье рассматривается теория упруго деформируемого гибкого звена с неподвижным шкивом. Получены выражения, описывающие явление упругого скольжения в зоне охвата. При этом показан эффект независимости длины дуги скольжения в зоне охвата от усилия натяжения. Приведенная формула показывает, что длина этого участка определяется углом охвата и коэффициентом трения для материалов гибкого звена и шкива.

Ключевые слова: гибкое звено, шкив, упругое скольжение, угол охвата, угол скольжения, упругие деформации

Введение. В механизмах с упруго деформируемым гибким звеном передача движения от ведущего шкива к ведомому осуществляется силой трения, возникающей в зоне контакта за счет натяжения гибкого звена. Необходимые значения сил трения, обеспечивающих передачу движения от ведущего шкива к ведомому, достигается натяжением гибкого звена. При работе механизма натяжения в набегающей и сбегаящей ветвях гибкого звена имеют разное значение, что является причиной упругих деформаций его перемещающихся участков. Эти деформации участков гибкого звена в пределах зон его контактирования со шкивами вызывают явление упругого скольжения [1]. На начальном этапе, до начала движения звеньев механизма, гибкое звено под действием усилия натяжения упруго деформируется. Определенный интерес для дальнейшего рассмотрения явления упругого скольжения представляет распределение растягивающих усилий в упруго деформированном гибком звене, контактирующем с неподвижными шкивами.

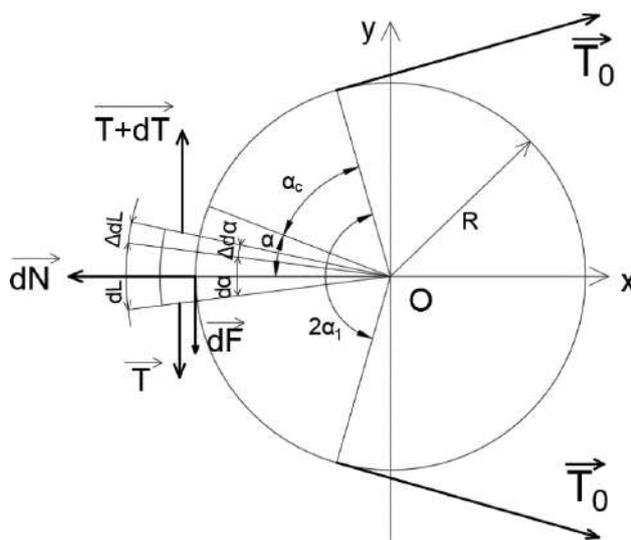


Рисунок 1 – Упругое скольжение в механизмах с упруго деформируемым гибким звеном со шкивом

Основная часть. Рассмотрим взаимодействие гибкого звена в виде тонкой упруго деформируемой ленты с неподвижным шкивом. Усилие натяжения ветвей гибкого звена одинаковое и равно T_0 . На элементарный участок упруго деформированного гибкого звена действуют силы натяжения T и $T+dT$, сила трения dF и сила нормального давления dN . Величина силы трения зависит от величины нормального давления на ленту со стороны шкива

и значения коэффициента трения для материалов ленты и шкива. Нормальное давление в пределах дуги охвата будет распределяться неравномерно: от нуля в точках a и c до максимального значения в точке b (рисунок 1) [2].

Рассматриваемый элементарный участок упруго деформированного гибкого звена длиной dL , вследствие упругих деформаций, изменит свою длину на величину ΔdL , а значение элементарного угла $d\alpha$ изменится на $\Delta d\alpha$ (рис. 1). Сумма элементарных работ, совершаемых на угловом перемещении $\Delta d\alpha$, сил, приложенных к элементарному участку гибкого звена: T , $T+dT$ и dF , равна 0.

Выполнив преобразования для суммы работ всех сил, действующих на гибкое звено, мы получим выражение для изменения силы натяжения гибкого звена в пределах дуги охвата [2]:

$$T = T_0 - \frac{\mu T_0 \alpha_1 \sin \alpha_1}{1 - \cos \alpha_1} \left(\alpha_1 - 2\alpha + \frac{\alpha^2}{\alpha_1} \right), \quad (1)$$

где T_0 – предварительное натяжение;

μ – коэффициент трения между гибким звеном и шкивом;

α_1 – половина угла охвата;

α – текущее значение угла в пределах дуги охвата.

Из формулы (1) следует, что сила натяжения упруго деформированного гибкого звена в пределах дуги охвата уменьшается от контактного положения к центру дуги охвата.

Упругое скольжение происходит не на всей дуге обхвата, а лишь на ее части - дуге скольжения α_c , два участка которой располагаются с обеих сторон зоны контакта гибкого звена со шкивом. При некоторых условиях дуга скольжения может быть разделена дугой, где отсутствует натяжение гибкого звена.

Значение угла скольжения в зоне охвата рассчитывается по следующей формуле [2]:

$$\alpha_c = \sqrt{\frac{1 - \cos \alpha_1}{\mu \sin \alpha_1}}. \quad (2)$$

Из формулы (2) следует, что длина дуги скольжения, т. е. той части дуги охвата гибкого звена, которая упруго деформируется, не зависит от усилия натяжения, а определяется только величиной половины угла охвата α_1 и значением коэффициента трения μ для материалов гибкого звена и шкива.

Это явление, назовем его эффектом независимости длины дуги скольжения от предварительного усилия натяжения гибкого звена, является следствием увеличения значения удельного давления шкива на гибкое звено при увеличении его натяжения. С увеличением удельного давления увеличивается сила трения, препятствующая смещениям относительно шкива упруго деформируемых участков гибкого звена. Если бы величина распределенного по дуге охвата удельного давления не зависела от усилия натяжения гибкого звена, то с изменением усилия натяжения изменялась бы и длина деформируемого в зоне охвата участка гибкого звена.

На рисунке 2 представлены зависимости угла скольжения α_c от угла охвата α_1 и значения коэффициента трения μ для материалов гибкого звена и шкива. Если при значении коэффициента трения $\mu = 0,4$ и угла охвата $\alpha_1 = \pi/2$ гибкое звено упруго деформируется в пределах всей дуги охвата. При увеличении значения коэффициента трения длина части дуги охвата, соответствующая упругим деформациям гибкого звена, уменьшается.

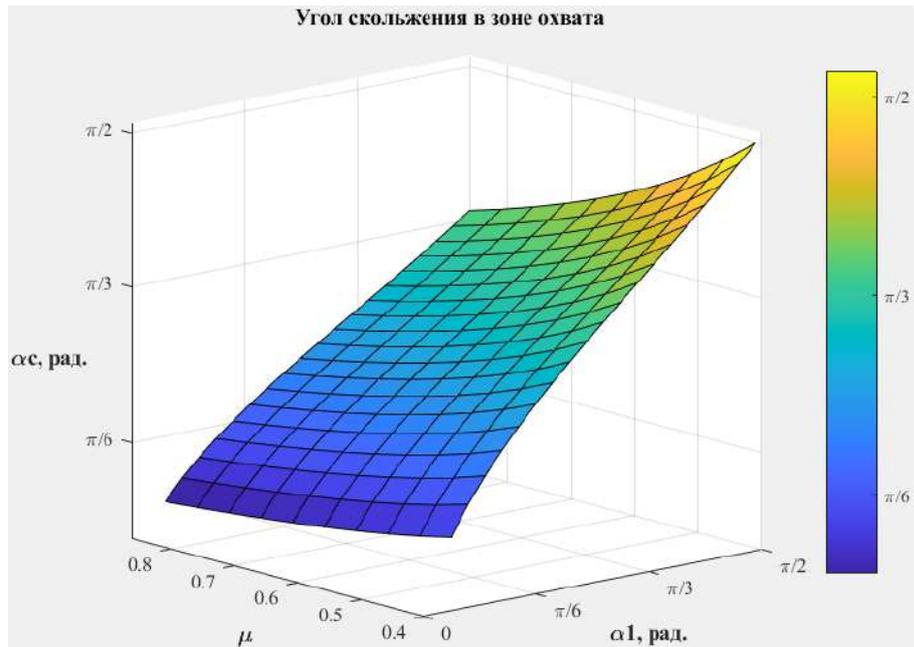


Рисунок 2 – Зависимость угла скольжения α_c от угла охвата α_1 и значения коэффициента трения μ для материалов гибкого звена и шкива

Заключение. Выполненные теоретические исследования упруго деформируемого гибкого звена со шкивом выявили эффект независимости длины деформируемого в зоне охвата участка гибкого звена от усилия натяжения. Длина упруго деформируемой части гибкого звена в пределах дуги охвата определяется углом охвата и коэффициентом трения для материалов гибкого звена и шкива и не зависит от усилия натяжения гибкого звена.

Список литературы

1. Вышинский Н.В. *Техническая механика*. Минск.: ИВЦ Минфина; 2006
2. Вышинский Н.В. *Исследование свойств растягиваемой ленты в условиях деформации* // Доклады БГУИР. – 2020. – Т. 18. – № 6. – С. 11–17.

UDC 004.021

THEORETICAL STUDIES OF THE INTERACTION OF AN ELASTICALLY DEFORMABLE FLEXIBLE LINK WITH A PULLEY

Bui S.L.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Vyshinski N.V. – PhD, full professor, professor of the Department of ECG

Annotation. The article deals with the theory of an elastically deformable flexible link with a fixed pulley. Expressions are obtained that describe the phenomenon of elastic slip in the coverage area. In this case, the effect of independence of the length of the sliding arc in the coverage area from the tension force is shown. The above formula shows that the length of this section is determined by the wrap angle and the coefficient of friction for the materials of the flexible link and sheave.

Keywords: flexible link, pulley, elastic slip, coverage angle, sliding angle, elastic deformations

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ГЕНЕРАТИВНОГО ДИЗАЙНА В ПРОЕКТИРОВАНИИ

Кошман В.Д.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Гиль С.В. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ИКТ

Аннотация. Статья представляет собой анализ современного направления в компьютерном проектировании - генеративного дизайна. Раскрыты его отличительные особенности и роль инновационных компьютерных технологий в решении прикладных практических задач в различных областях науки и техники. В статье представлена связь генеративного дизайна с топологической оптимизацией и аддитивными технологиями, а также рассмотрены проблемные вопросы и дана оценка перспективы его использования.

Ключевые слова: генеративный дизайн, проектирование, топологическая оптимизация, аддитивные технологии

Введение. Анализ тенденций развития проектирования различных научно-технических областей показал растущий интерес специалистов из многих стран к технологиям генеративного дизайна. Это в первую очередь связано с бурным развитием инновационных компьютерной и производственной сферы, расширением применения облачных технологий и нейросетей, а также исследованием и созданием новых материалов и подходов к производству, например, аддитивным. Новые возможности позволяют проектировать и производить изделия, обладающие конфигурацией ранее невозможной в воспроизведении, или требующей больших временных и/или материальных затрат на производство. Главная роль генеративного дизайна – это объединение креативной работы дизайнеров и более практичного подхода инженеров для создания высококачественного промышленного продукта.

В данной статье автором рассмотрены различные аспекты генеративного дизайна в решении конструкторско-проектировочных задач.

Основная часть. «Генеративный дизайн (англ. *Generative Design*; син. «порождающий дизайн») в широком смысле – подход к проектированию и дизайну цифрового или физического продукта (сайт, изображение, мелодия, архитектурная модель, деталь, анимация и т.д.), при котором человек делегирует часть процессов компьютерным технологиям и платформам», - раскрывает термин В.Н. Княгинин в книге «Промышленный дизайн Российской Федерации: возможность преодоления дизайн барьера» [1].

В генеративном дизайне инженер, дизайнер или другой специалист непосредственно не ищет решения, а описывает параметры задачи и её ограничения программе, после чего система генерирует варианты решения. В отличие от традиционных инструментов дизайна и проектирования, генеративные системы полуавтономно создают и первично отбирают варианты решений, что изменяет характер взаимодействия человека с системой: программа воспринимается не как инструмент, а как полноценный участник процесса создания чего-то нового и уникального. Некоторые системы генеративного дизайна позволяют пользователю уточнить, скорректировать или переформулировать задачу по промежуточным результатам, а также самообучаются и совершенствуются в процессе поиска решений, как это делают нейросети в процессе своей работы. Направление «генеративный дизайн», в основном, подразумевает способы «кодирования» процессов, а их обработка и оценка проводится системой (компьютером). Специалист задает параметры, прорабатывает алгоритмы, которые можно использовать, чтобы варьировать процесс и то, как он вычисляется. При изменении этих параметров можно создавать новые элементы и формы, которые создаются во время процесса, но сам процесс генерации проходит по типу «чёрного ящика», и пользователь не может в него вмешиваться напрямую. Некоторым специалистам может показаться, что

генеративный дизайн аналогичен с топологической оптимизацией объектов, что является правдой, но эти два направления имеют как подобия, так и отличия. Генеративный дизайн использует топологическую оптимизацию, но не каждый проект, созданный с учетом оптимизации топологии, является примером генеративного дизайна. Цель топологической оптимизации – это определение оптимального распределения материала в области проектирования при заданных нагрузках с удовлетворением критериев оптимизации [2].

Говоря иначе, определение лучшего использования материала для оптимизируемого объекта или конструкции, так, чтобы целевая функция параметра распределения материала имела минимальное значение при наличии соответствующих ограничений. Топологическая оптимизация предлагает всего один вариант оптимизации модели, а генеративный дизайн предлагает несколько вариантов. Кроме того, топологическая оптимизация требует наличия готовой 3D-модели, в то время как при использовании генеративного дизайна, программа создает изначальный прототип по ограничениям, заданным пользователем. Некоторые варианты новых форм и решений, полученных с помощью генеративного дизайна, представлены на рисунке 1.

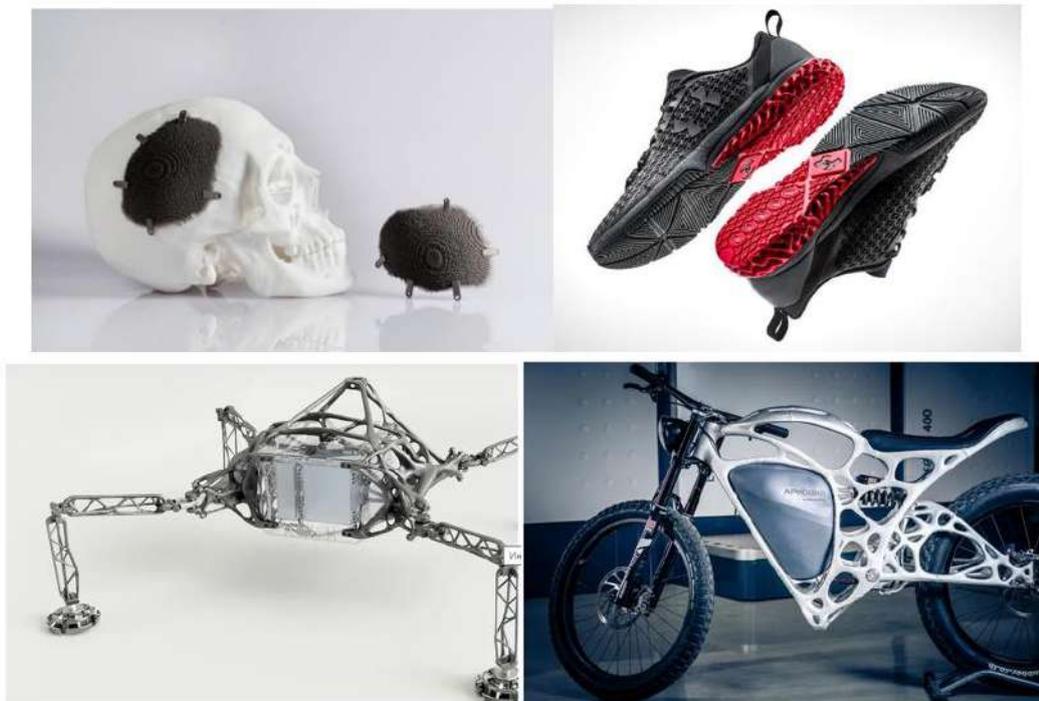


Рисунок 1 – Практические примеры генеративного дизайна в разных производственных сферах и областях

При этом необходимо выделить важную проблему, которая оказывает непосредственное влияние на масштаб применения технологии генеративного дизайна в различных научно-технических областях. Это недостаток подготовленных квалифицированных специалистов данного профиля на рынке труда. Генеративный подход к проектированию далеко не новый, но вот инструменты и внедрение инновационных технологий, качественно реализующие его, появились относительно недавно. Специалист в сфере генеративного дизайна должен свободно владеть знаниями из нескольких смежных областей, уметь быстро и качественно осваивать новые направления, уметь структурировать и анализировать информацию, получаемую от программ. Инженеры и/или конструкторы, не имеющие опыта в представлении проблемы в виде набора параметров, могут столкнуться с нечетко определенными конструктивными ограничениями или нагрузками, что в конечном итоге приведет к неточностям модели или объекта. Данную проблему поможет решить широкое освещение современных технологий и привлечение молодых специалистов по средствам материальной и/или не материальной мотивации. В качестве вариантов подобного

просвещения и развития могут выступать конкурсы лучших дизайнерских решений и проектов, курсы по освоению данной технологии, а также введение дополнительного времени на изучение генеративного дизайна в учебный процесс высших технических учреждений образования. Генеративный дизайн дает возможность для новых идей, выбора оптимальных решений. Благодаря облачным технологиям и нейросетям профессии инженера, конструктора, дизайнера интегрируются друг в друга: инженеры становятся более креативными, а конструкторы получают новые возможности и идеи. Значимым преимуществом этой технологии является возможность объединения нескольких узлов деталей или целых конструкций, при этом сохраняются их основные функции, а также осуществляется модернизация и совершенствование исходной формы объектов и деталей.

С помощью процессов аддитивного производства эти детали со сложной геометрией могут быть изготовлены с легкостью. Тем не менее, нельзя не отметить и высокую стоимость аддитивного производства, как превалирующего для реализации такого рода изделий, относительно традиционных методов изготовления. Однако, в ряде областей этот недостаток нивелируется, например, в медицине при производстве имплантов экономится дорогостоящий материал, а его структура снижает вероятность отторжения организмом пациента. В машиностроении снижение веса автомобиля на 10% приводит с экономии топлива на 3%, а в самолётах уменьшения веса на каждый 1% приводит к снижению расхода топлива примерно на 0,75%.

Заключение. Сокращая временной интервал между идеей и её воплощением, генеративный дизайн ускоряет появление новых форм, изобретений и эстетики. Согласно прогнозу исследовательской компании *Market Data Forecast* [3], мировой рынок генеративного дизайна к 2025 году увеличится до \$315 млн, это значит, что ежегодный рост составит около 15-20 %, что может дать хороший прогноз занятости для специалистов данного направления. В совокупности с новыми технологиями и квалифицированными кадрами, генеративное творчество полностью перевернёт такие понятия, как производство, проектирование и инновации.

Список литературы

1. *Промышленный дизайн Российской Федерации: возможность преодоления «дизайн-барьера»: учеб. пособие / под ред. М. С. Липецкой, С. А. Шмелевой; —СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. — 80 с.*
2. Сысоева В. В., Чедрик В. В. Алгоритмы оптимизации топологии силовых конструкций // *Учёные записки ЦАГИ. 2011. Т. 42, №2. С. 91-102*
3. *Generative Design Market Research Report – USA, 2022. – Режим доступа: <https://www.marketdataforecast.com/market-reports/generative-design-market> – Дата доступа: 02.03.2022.*
4. *Генеративный дизайн.* [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>

UDC 681.5.015

PROSPECTS FOR APPLICATION OF GENERATIVE DESIGN TECHNOLOGY IN ENGINEERING

Koshman V.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Gil S.V. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ECG

Annotation. The article is an analysis of the modern trend in computer design - generative design. Its distinctive features and the role of innovative computer technologies in solving applied practical problems in various fields of science and technology are revealed. The article presents the connection of generative design with topological optimization and additive technologies, as well as discusses problematic issues and assesses the prospects for its use.

Keywords: generative design, engineering, topological optimization, additive technologies

ИНТЕРПРЕТИРУЮЩИЙ OPENGL ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ*Матросов В. А.**Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь**Научный руководитель: Амельченко Н. П. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ИКТ*

Аннотация. *OpenGL* – это ведущий в отрасли кроссплатформенный интерфейс программирования графических приложений (*API*) и единственный основной *API* с поддержкой практически всех операционных систем. Многие языки, такие как *Fortran*, *Java*, *Tcl/Tk* и *Python*, имеют привязки *OpenGL* для использования возможностей визуализации *OpenGL*. В этой статье мы представляем *Ch OpenGL Toolkit*, действительно платформо-независимую привязку *Ch* к *OpenGL* для компьютерной графики. *Ch* – это встраиваемый интерпретатор *C/C++* для кроссплатформенного написания сценариев, программирования оболочки, численных вычислений и встроенных сценариев.

Ключевые слова: методология и методы взаимодействия, графические утилиты, программная поддержка, графические системы, распределенная/сетевая графика

Введение. Область компьютерной графики продолжает быстро развиваться с постоянно растущим числом применений в различных областях, таких как развлечения, бизнес, искусство, образование, медицина, инженерия и промышленность. Появилось множество пакетов программного обеспечения для создания и обработки двумерной (*2D*)/трехмерной (*3D*)-графики. *OpenGL* – это интерфейс программирования графических приложений (*API*) для языка программирования *C/C++*. Основной мотивацией разработки *OpenGL API* является создание независимого от операционной системы, оконной системы и аппаратной платформы *API* для разработки *2D/3D* графики. С момента появления *OpenGL API* в 1992 году многие приложения, такие как *CAD*, *CAM* и разработка игр, выиграли от его кроссплатформенной доступности. *OpenGL* стал основной средой для разработки портативных приложений *2D/3D* графики. Она также широко используется для преподавания и изучения компьютерной графики. Такие характеристики, как независимость от устройства и портативность, делают *OpenGL* стратегическим интерфейсом для курсов по компьютерной графике. Компьютерные платформы различаются у разных преподавателей и студентов, а также в разных школах и домах. Используя *OpenGL*, программы, разработанные на одной машине, можно отлаживать и оценивать на других машинах с разными платформами, и в результате графика будет одинаковой [1].

Поскольку *OpenGL* является одним из самых популярных пакетов графического программного обеспечения, многие языки, такие как *Fortran*, *Java*, *Tcl/Tk* и *Python*, имеют привязки к *OpenGL* для использования возможностей визуализации *OpenGL*. *Ch* – это встраиваемый интерпретатор *C/C++*. *Ch OpenGL Toolkit* еще больше повышает переносимость *OpenGL API*. Обычно прикладные программы *OpenGL* необходимо компилировать и компоновать, прежде чем запускать их на разных платформах. *Ch OpenGL Toolkit* делает приложения *OpenGL* действительно переносимыми на различные платформы. С *Ch OpenGL* исходный код приложения *OpenGL* может легко запускаться на различных платформах без процессов компиляции и компоновки.

Основная часть. *Ch*, первоначально разработанный Ченгом [2, 3], является встраиваемым интерпретатором *C/C++* для кроссплатформенного создания сценариев, программирования оболочки, численных вычислений и встроенных сценариев. Он поддерживает все возможности стандарта языка *C*, ратифицированного в 1990 году. Многие новые возможности, такие как комплексные числа, массивы переменной длины, арифметика с плавающей точкой *IEEE* и родовые математические функции, впервые реализованные в *Ch*, были приняты в *C99*, новом стандарте языка *C*, утвержденном в 1999 году. Кроме того, *Ch* поддерживает классы в *C++* для объектно-ориентированного программирования. Как и другие

математические программные пакеты, такие как *MATLAB*, *Ch* имеет встроенную поддержку двух- и трехмерного графического черчения, вычислительных массивов для векторных и матричных вычислений, а также анализа линейных систем с помощью расширенных функций численного анализа на основе *LAPACK*. Благодаря возможностям вычислительных массивов мы можем задавать векторные и матричные операции непосредственно в выражениях так же, как скаляры, как в интерактивном исполнении, так и в программах. На рисунке 1 показано интерактивное выполнение программных операторов в оболочке *Ch*. Деклараторы типов *array* и *int* объявляют переменные *A* и *B* как вычислительные массивы типа *int*. Заголовочный файл *array.h* должен быть включен в программу, чтобы использовать вычислительные массивы.

```

Terminal
File Edit View Terminal Go Help

Ch
Professional edition, version 4.7.0.11821
(C) Copyright 2001-2004 SoftIntegration, Inc.
http://www.softintegration.com

/home/bchen> array int A[2][3] = {{1, 2, 3}, {4, 5, 6}}
/home/bchen> array int B[3][2] = {{1, 2}, {3, 4}, {5, 6}}
/home/bchen> A*B
22 28
49 64

/home/bchen> A + sin(A)
1.84 2.91 3.14
3.24 4.04 5.72

/home/bchen> 

```

Рисунок 1 – Векторные и матричные операции в *Ch*

Ch OpenGL – это привязка *Ch* к *OpenGL*. Она обеспечивает доступ к полной функциональности *OpenGL*, *GLU*, *GLUT* и *GLAUX*. *Ch OpenGL* имеет много новых возможностей. Во-первых, *Ch* – это кроссплатформенный интерпретатор C/C++. Как часть дистрибутива *Ch*, *Ch OpenGL* позволяет разработчикам приложений *OpenGL* писать приложения в кроссплатформенной среде. Весь исходный код приложения *OpenGL* может легко запускаться на различных платформах без процессов компиляции и компоновки, как показано на рисунке 2. Во-вторых, синтаксис *Ch OpenGL* точно такой же, как и интерфейс C для *OpenGL*. Нет необходимости изучать новый синтаксис. В-третьих, *Ch OpenGL* является встраиваемым. Встраивание *Ch* в графические приложения позволяет разработчикам или пользователям динамически генерировать и манипулировать графикой во время выполнения программы. Наконец, вычислительный массив в *Ch* делает векторные и матричные операции, выполняемые в трехмерной графике, более лаконичными. Мы считаем, что вычислительная эффективность графических приложений может быть значительно повышена за счет использования численных возможностей *Ch*. Интерфейс *Ch* к *OpenGL* намного проще, чем интерфейс любого другого языка к *OpenGL*, потому что и *Ch*, и *OpenGL* имеют одинаковый синтаксис и типы данных. Скрипты *Ch* могут получать доступ к функциям в статических или динамических бинарных библиотеках C/C++ через *Ch SDK*. На рисунке 3 показано, как скрипт *Ch OpenGL* взаимодействует с библиотекой *OpenGL C*. Когда запускается сценарий *Ch OpenGL* (исходный код C/C++ *OpenGL*), *Ch* ищет файлы функций, которые соответствуют функциям в сценарии, в библиотеке функций *Ch*. Эти функциональные файлы передают параметры функций в пространстве *Ch* соответствующим функциям в динамически загружаемой библиотеке *Ch* (*CDLL*) в пространстве C через *Ch SDK*.

Функции в *CDLL* вызывают функции *OpenGL C* и возвращают результаты обратно в функциональные файлы *Ch*. *Ch OpenGL Toolkit* состоит из библиотеки функций *Ch* и динамически загружаемой библиотеки *Ch* для *OpenGL*. Реализация *Ch OpenGL Toolkit* проста для простых функций *OpenGL C*. Для некоторых функций, имеющих в качестве аргументов

указатели на функции обратного вызова, требуется специальная обработка, поскольку эти функции в пространстве *C* имеют обратные вызовы в пространстве *Ch*. Стратегия решения этой проблемы в *Ch OpenGL Toolkit* заключается в создании аналога *Ch callback* в пространстве *C*. В качестве примера, программа для системы, показанной на рисунке 4 [4], использует функцию *glutDisplayFunc* для установки обратного вызова дисплея для каждого окна в *GLUT*. Когда *GLUT* определяет, что окно экранного пространства нуждается в повторном отображении, вызывается обратный вызов дисплея для окна экранного пространства в пространстве *C*, а этот обратный вызов *C*, в свою очередь, вызывает обратный вызов *Ch* через динамически загружаемой библиотеки.

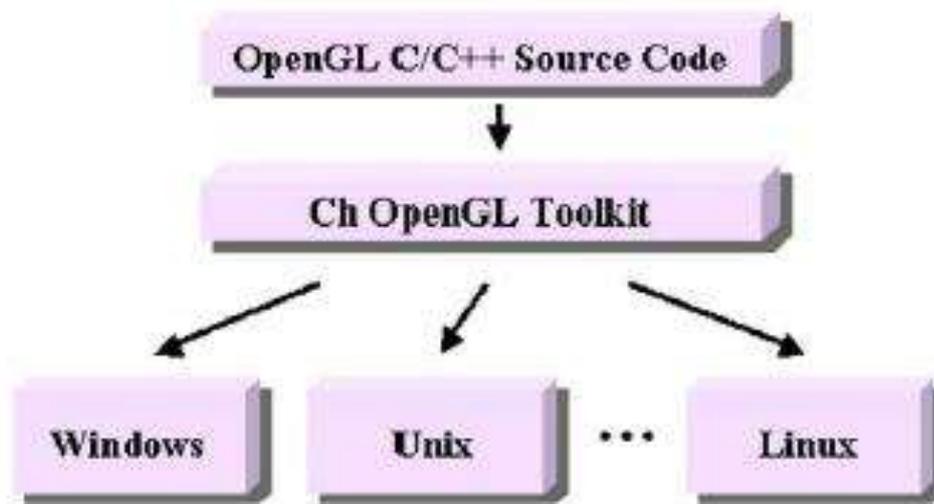


Рисунок 2 – Запуск исходного кода *C/C++ OpenGL* на различных платформах

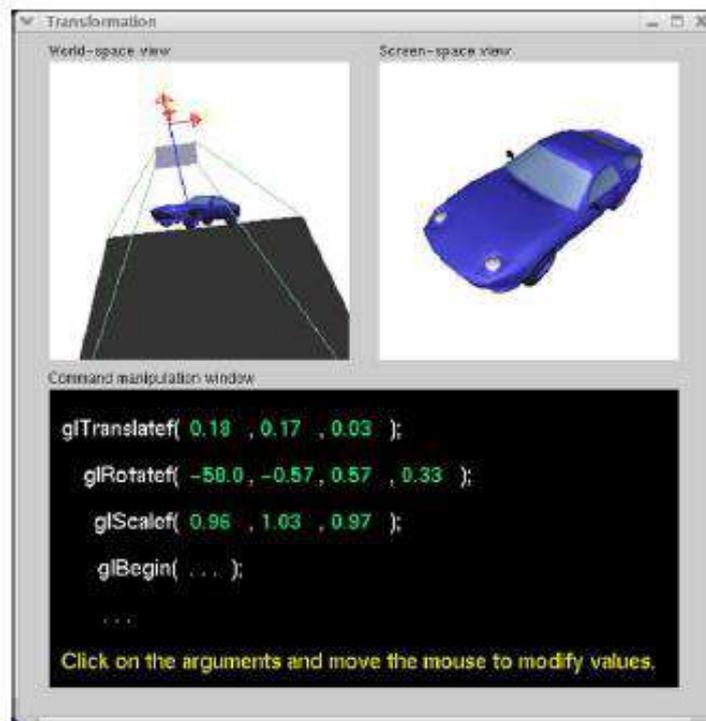


Рисунок 3 – *Ch SDK* позволяет *Ch* скриптам взаимодействовать с *C/C++* бинарными библиотеками

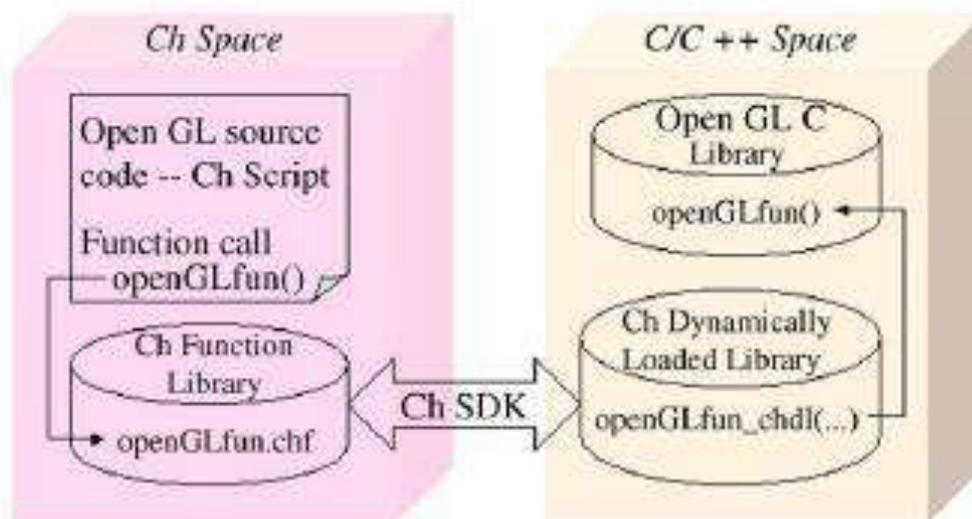


Рисунок 4 – Запуск программы *OpenGL* в интерпретируемом и интерактивном режимах

Заключение. В статье была представлена методология, которую можно использовать для реализации визуализации на основе *Ch OpenGL*. С помощью *Ch* программы визуализации на языке *C/C++* можно напрямую использовать в системах визуализации. Система визуализации на основе *Ch OpenGL* предоставляет возможность для новых форм обслуживания клиентов, таких как интерактивная *3D* конфигурация продукта, заказ и обучение клиентов. Это также идеальная среда для преподавания и изучения компьютерной графики.

Список литературы

1. Woo M, Neider J. *OpenGL programming guide: the official guide to learning OpenGL* / Woo M, Neider J, Davis T, Shreiner D. — version 1.2, 3 ed. — Reading: Addison-Wesley, 1999.
2. Cheng HH. *Scientific computing in the Ch programming language* / Cheng HH. — Scientific Programming, 1993.
3. *Ch—an embeddable C/C++ interpreter* [Electronic resource] / Softintegration, Inc. — Mode of access: <http://www.softintegration.com>.
4. Robins N. *OpenGL tutorial* [Electronic resource] / Mode of access: <http://www.xmission.com/~nate/tutors.html>.

UDC 004.92

INTERPRETIVE OPENGL FOR COMPUTER GRAPHICS

Matrosov V. A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Amelchenko N. P. — PhD, assistant professor, associate professor of the department of ECG

Annotation. OpenGL is the industry-leading, cross-platform graphics application programming interface (API), and the only major API with support for virtually all operating systems. Many languages, such as Fortran, Java, Tcl/Tk, and Python, have OpenGL bindings to take advantage of OpenGL visualization power. In this article, we present Ch OpenGL Toolkit, a truly platform-independent Ch binding to OpenGL for computer graphics. Ch is an embeddable C/C++ interpreter for cross platform scripting, shell programming, numerical computing, and embedded scripting.

Keywords: methodology and techniques, interaction techniques, graphics utilities, software support, graphics systems, distributed/network graphics

УДК 004.94

ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕВОЗМОЖНЫХ ФИГУР

Мисюро Н.А., Пинчук Е.И.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Столер В.А. – канд.техн.наук, доцент, заведующий. кафедрой ИКТ

Аннотация. Рассмотрены невозможные фигуры как вид оптической иллюзии, история их создания и появления. Приведена классификация и основные способы моделирования таких «геометрических» фигур. Показано моделирование невозможных фигур в программе *Impossible Constructor*.

Ключевые слова: невозможные фигуры, классификация, построение, моделирование, программа *Impossible Constructor*

Введение. Невозможная фигура является одним из видов оптических иллюзий. Фигура, кажущаяся на первый взгляд проекцией обычного трёхмерного объекта, при внимательном рассмотрении которой становятся видны противоречивые соединения элементов фигуры. Создаётся иллюзия невозможности существования такой фигуры в трёхмерном пространстве, которая объясняется попыткой нашего сознания построить данный объект в этом трёхмерном пространстве [1].

Основная часть. Считается, что невозможные фигуры фактически невозможны и что они не могут существовать в действительности. Но мы должны понимать, что любое изображение на бумаге, является проекцией трёхмерного изображения на плоскость. Значит, что любая форма, изображённая на бумаге, может существовать в реальности. И таких форм бесконечное множество. Это касается и невозможных фигур. Естественно, нельзя создать такую фигуру, действуя примитивно и прямолинейно, или как в ситуации с обычными объектами. Как бы вы ни крутили и ни соединяли, например, три деревянных бруска, у вас не получится неправильный треугольник. При этом необходимо обратить внимание на то, что при проецировании фигур на плоскость некоторые их линии, рёбра, стороны перекрывают друг друга, и поэтому становятся невидимыми [2].

Для объяснения «невозможности» рассмотрим наиболее известные невозможные формы, способы их моделирования, в том числе и на компьютере.

–Трибар – невозможный треугольник (рисунок 1).

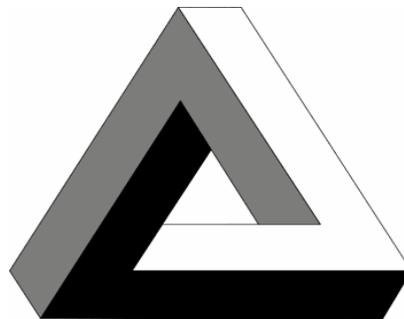


Рисунок 1 – Трибар

Широкую известность эта фигура обрела после опубликования статьи о невозможных фигурах в Британском журнале психологии английским математиком Роджером Пенроузом. В этой статье невозможный треугольник был изображен в наиболее общей форме - в виде трёх балок, соединённых друг с другом под прямыми углами.

- Космическая вилка (рисунок 2):

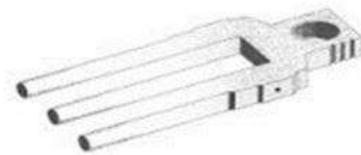


Рисунок 2 – Космическая вилка

"Космическая вилка" основана на принципе неправильных соединений, которые возможны в двумерной плоскости или на двумерной поверхности, но никак не в трехмерном пространстве. В "Космической вилке" использовано то обстоятельство, что зубец с круглым сечением может быть нарисован с помощью пары параллельных линий.

- Оптический ящик (рисунок 3):

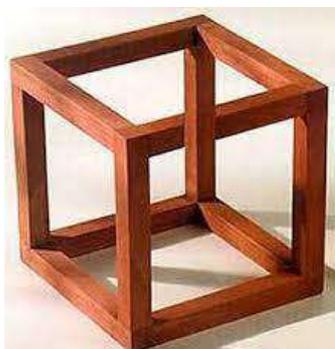


Рисунок 3 – Оптический ящик

Это вывернутый наизнанку каркас куба. Фигуру можно воспринять двояко, но какого-либо последовательного решения нет. Как и многие другие невозможные объекты, "Оптический ящик" основан на неправильных соединениях, допущенных при рисовании.

- Лестница Пенроуза (рисунок 4):

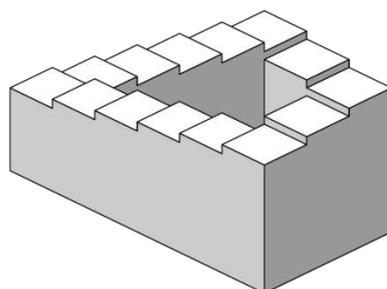


Рисунок 4 – Лестница Пенроуза

Смысл иллюзии заключен в сокрытии разрыва в правом углу, чему способствует выбранный угол обзора.

Русский художник Анатолий Коненко, наш современник, разделил невозможные фигуры на 2 класса: одни можно смоделировать в реальности, а другие - нельзя. Модели невозможных фигур называются моделями Амес. Приведём примеры таких фигур [3].

Фотография на рисунке 5 создана известным популяризатором работ М.К. Эшера, автором большого количества книг Бруно Эрнстом. Глядя на изображение спереди, мы видим фигуру невозможного треугольника, однако, благодаря зеркалу, установленному позади фигуры, мы понимаем, что треугольник является телом, стороны которого разомкнуты. Поэтому только единственная точка обзора (с которой мы смотрели на фотографию впервые) позволяет нам увидеть самую «настоящую» невозможную фигуру.



Рисунок 5 – Фотография М.К. Эшера

Тот факт, что невозможная фигура выглядит невозможной только с одной точки зрения характерен для всех невозможных фигур.

Бельгийский художник Матье Хемакерз создал скульптуру, представленную на рисунке 6. Слева изображён фронтальный вид фигуры, при котором она выглядит невозможным треугольником, на фото по центру та же фигура повернута на 45 градусов, а фотография справа – фигура, вид которой изменился после поворота треугольника с первой фотографии на 90 градусов. Заметим, что у данной фигуры вообще нет прямых линий и все её части изогнуты.

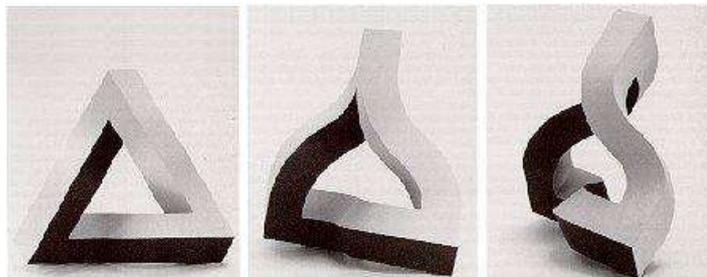


Рисунок 6 – Скульптура художника М. Хамеркеза

Однако, как и в предыдущем случае эффект невозможности заметен, но лишь при определённом угле обзора, когда все изогнутые линии проецируются в прямые.

При этом, если бы мы смотрели сейчас на сами фигуры, а не на их фотографии, то сразу бы увидели, что ни одна из представленных фигур не является невозможной. Мы просто не смогли бы увидеть эти фигуры невозможными, так как мы обладаем стереоскопическим зрением. То есть наши глаза, расположенные на определенном расстоянии друг от друга, видят один и тот же объект с разных углов, и наш мозг, получая два изображения, совмещает их в одну картину. Именно поэтому, ссылаясь на вышеприведённое замечание о том, что невозможный объект «невозможен» лишь с одной точки обзора, делаем вывод, что своими глазами увидеть такие фигуры достаточно сложно.

Моделирование невозможных фигур продемонстрируем в программе *Impossible Constructor*. На рисунке 7 представлен пользовательский интерфейс *Impossible Constructor*. В левой части окна находится панель инструментов, работающая в двух направлениях: в виде библиотеки кубиков, в которой содержатся все 64 варианта кубиков, из которых можно составить невозможную форму, и в виде конструктора кубиков, в котором можно

самостоятельно включать или отключать углы кубиков. В правой части окна - рабочее поле, где можно создавать невозможную фигуру.

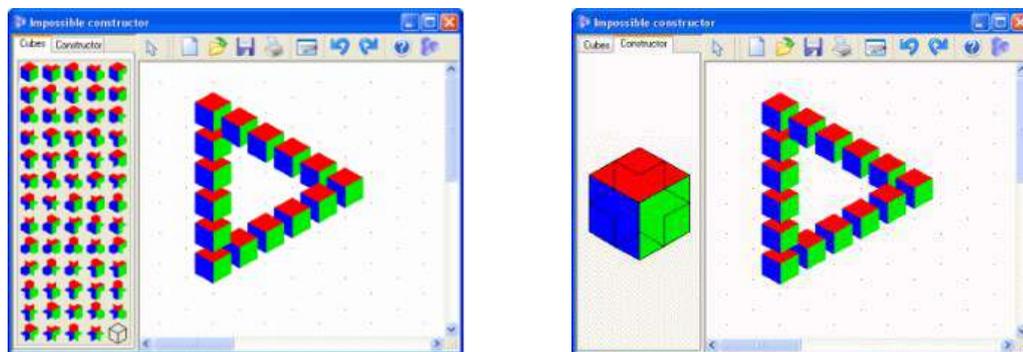


Рисунок 7 – Интерфейс программы Impossible Constructor

Программа *Impossible Constructor* используется для получения невозможных форм из кубиков. Сочетая их, можно моделировать большое количество невозможных фигур. Основными недостатками этой программы были сложность выбора нужного кубика, а также то, что не были предусмотрены все варианты кубиков. Вместе с тем, *Impossible Constructor* дает более удобный способ нахождения нужного кубика при помощи конструктора [4, 5].

Заключение. В данной работе мы раскрыли смысл существования невозможных фигур, изучили способы моделирования этих фигур, доказали, что невозможные фигуры всё-таки существуют, продемонстрировав это в программе *Impossible Constructor*. Невозможные фигуры представляют большой интерес для психологов, когнитивистов и эволюционных биологов, помогая больше узнать о нашем зрении и пространственном мышлении.

Список литературы

1. Пенроуз Л., Пенроуз Р. Невозможные объекты, *Квант*, № 5, 1971.
2. Асеева, А. В. Невозможные фигуры и их моделирование / А. В. Асеева, М. Н. Симакова. — Текст: непосредственный // Юный ученый. — 2018. — № 4 (18). — С. 29-34. — Режим доступа: <https://moluch.ru/young/archive/18/1271/> – Дата доступа: 24.03.2022.
3. Интернет-портал [Электронный ресурс] / История невозможных фигур – Режим доступа : <https://pandia.ru/text/77/502/9160.php/> Дата доступа : 25.03.2022.
4. Ткачева М.В. Вращающиеся кубики. – М.: Дрофа, 2002.
5. Интернет-портал [Электронный ресурс] / Невозможных фигуры и их моделирование – Режим доступа : <https://im-possible.info/russian/programs/index.html/> Дата доступа : 25.03.2022.

UDC 004.94

BASIC WAYS TO MODEL IMPOSSIBLE FIGURES

Misyuro N.A., Pinchuk E.I.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Stoler V.A. – PhD, assistant professor, head of the department of ECG

Annotation. Impossible figures as a kind of optical illusion, the history of their creation and appearance are considered. The classification and basic modeling ways of such «geometric» figures are given. Modeling of impossible figures in the Impossible Constructor program is shown.

Keywords: impossible figures, classification, construction, modeling, Impossible Constructor program

УДК 004.925.8

ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ВЫПОЛНЕНИЯ СЕЧЕНИЙ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ В AUTOCAD

Гиль М.Н.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Столер В.А. – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой ИКТ

Аннотация. В статье рассмотрены принципиальные особенности создания различных вариантов сечений твердотельных компьютерных моделей: наклонных вынесенных и наложенных, а также функция автоматизированного выполнения и редактирования динамических 2D и 3D блоков-сечений средствами САПР *AutoCAD*.

Ключевые слова: *AutoCAD*, твердотельные модели, объекты-сечения, динамические 2D и 3D сечения

Введение. Сечение в соответствии с ГОСТ 2.305-2008 в отличие от разреза – это двумерное плоское изображение только той части объекта, которое непосредственно попадает в секущую плоскость. Оно не должно распадаться на несколько составляющих частей, в противном случае используется функция разреза. Сечение – условный приём, позволяющий детально рассмотреть внутреннее устройство объекта. Только в САПР *AutoCAD* существует несколько способов и соответственно команд для создания автоматизированных сечений твердотельных моделей. Они имеют специфические особенности и представляют интерес для анализа.

Основная часть. До 2014 года в версиях *AutoCAD* для построения сечений использовалась команда *Section* (Сечение). Её можно применять и в современных версиях программы, но вызвана она может быть только из командной строки. Данная команда строит плоское наклонное или параллельное плоскостям проекций наложенное сечение, образуя замкнутую область из линии сечения. Переместив трёхмерный объект на свободное поле чертежа после выполнения данной команды, построенное сечение открывается (рисунок 1). По умолчанию секущая плоскость задается путем указания трех точек. Другие варианты выполнения команды *Section* (Сечение) аналогичны вариантам команды *Slice* (Разрез).

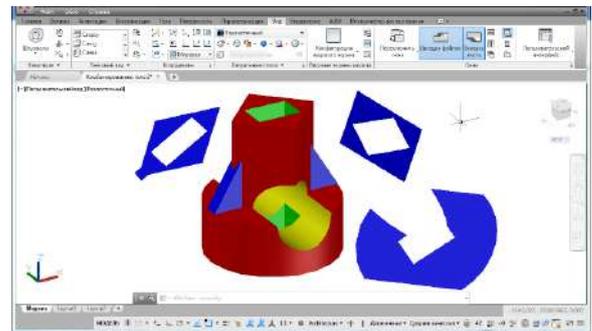
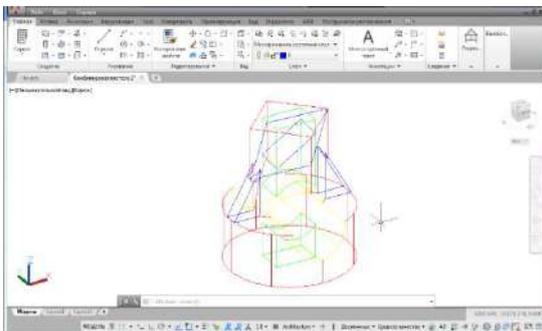


Рисунок 1 – Примеры выполнения наклонного наложенного и вынесенных сечений на модели в каркасном и реалистичном отображении

Для создания сечения в автоматизированном режиме необходимо воспользоваться командой *SECTIONPLANE* (Плоскесечение) на панели инструментов *Modeling* (Моделирование), которая позволяет, задав предварительно положение секущей плоскости, построить плоский срез твердотельного объекта. Возможны варианты задания положения секущей плоскости: *Select face* (Указание грани); *Select point to locate section line* (Указание точки); *Draw section* (Вычертить сечение); *Orthographic* (Ортогональное) [1].

После выбора варианта создания секущей плоскости и завершения всех построений на экране появляется плоскость серого цвета. При этом объект остаётся не рассечённым. Чтобы сечение было создано автоматически в соответствии с заданной секущей плоскостью, необходимо активизировать команду *livesection*, т.е. включить функцию так называемого «живого сечения», дважды щёлкнув на секущей плоскости (рисунок 2). Части трёхмерного объекта, находящиеся перед секущей плоскостью, а также все другие объекты команда скрывает. Видимыми остаются только те части объекта, которые расположены позади секущей плоскости. Копирование объектов и расположение их перед секущей плоскостью невозможно. При удалении секущей плоскости объект, подвергшийся рассечению, восстанавливается автоматически. Повторный двойной щелчок на секущей плоскости также восстанавливает рассечённый объект, при этом становятся видимыми и все объекты, расположенные перед плоскостью. Построенное сечение называется «живым», так как оно может динамически трансформироваться при изменении положения секущей плоскости. Это отдельный обособленный объект в виде блока, который возможно перемещать на свободное поле.

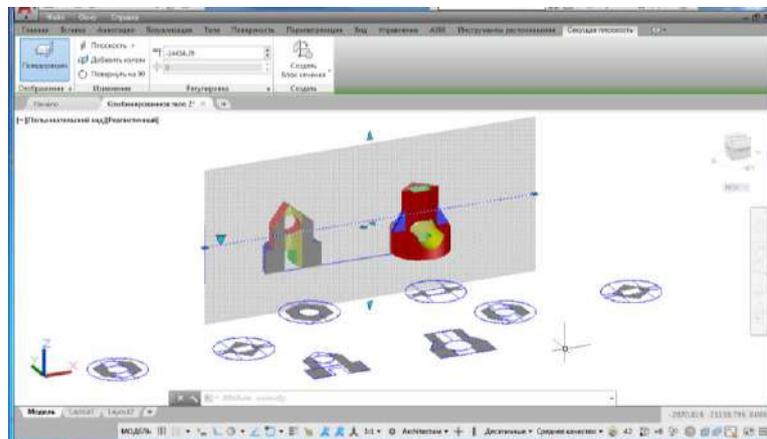


Рисунок 2 – Примеры выполнения автоматизированных 2D блоков-сечений в режиме «Секущая плоскость»

Только в САПР *AutoCAD* командой *SECTIONPLANE* (Плоскесечение) можно создавать объекты-сечения в трёх режимах: "Секущая плоскость", "Контур - сечение" и "Объем - сечение". В зависимости от выбранного режима режущая плоскость представляется в виде 2D-плоскости (а), 2D прямоугольника (б) или 3D ящика (в). Особенности режимов, следующие:

а) Секущая плоскость. На экране представлена в виде секущей линии и прозрачного указателя секущей плоскости серого цвета. Режущая плоскость расширяется неограниченно во всех направлениях.

б) Контур - сечение. На экране 2D прямоугольник представляет XY границы режущей плоскости. Режущая плоскость уходит в бесконечность вдоль оси Z.

в) Объем - сечение. На экране отображается 3D параллелепипед (куб), который определяет границы режущей плоскости во всех направлениях.

При выборе объёма-сечения отображаются различные типы «ручек», которые позволяют регулировать длину, ширину и высоту режущей области, а также выполнять разные функции. Объекты-сечения, точно так же, как и другие объекты *AutoCAD*, имеют свойства, которые хранятся в секущей линии и могут быть открыты в палитре свойств. Например, можно изменить имя объекта-сечения, слой и тип линий, а также цвет и прозрачность указателя секущей плоскости. Функция создания объектов-сечений представляет собой аналитический инструмент, позволяющий видеть геометрию среза в том месте, где объект-сечение пересекает твердотельную модель. Можно применять эту функцию для анализа модели, перемещая объект-сечение назад и вперед, визуализируя внутреннее устройство её. Использование этой функции возможно только для трёхмерных объектов и областей в пространстве Модели системы *AutoCAD*. Если имеется несколько объектов-сечений, эта функция может быть

активна только для одного из них. Отключение слоя объекта-сечения не приводит к отключению функции его создания, но при замораживании слоя функция отключается.

Возможны варианты создания динамических сечений в виде 2D или 3D блока (рисунок 3). Тип создаваемого блока задаётся в диалоговом окне "Создание сечения/уровня" команды *SECTIONPLANE* (Плоскосечение). Как 2D, так и 3D-сечения могут быть вставлены в чертёж в виде неименованного блока или сохранены во внешнем файле. Созданные блоки - сечения перед вставкой в чертёж можно переименовывать, поворачивать, изменять масштаб и базовую точку. Управление свойствами отображения блоков 2D/3D сечений осуществляется в диалоговом окне этой же команды.

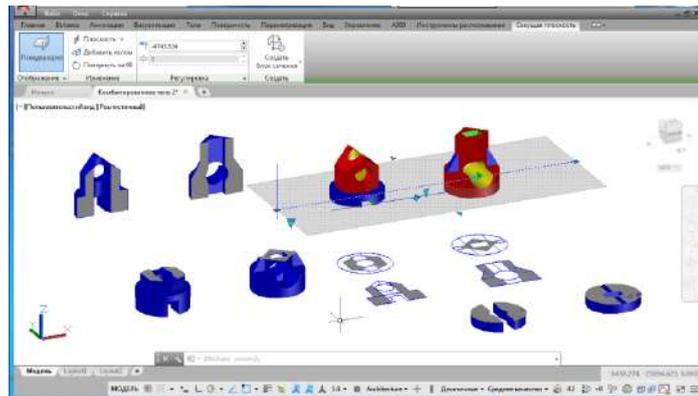


Рисунок 3 – Создание 2D и 3D блоков-сечений комбинированных тел и их редактирование

Заключение. На представленных примерах твердотельных трёхмерных моделей рассмотрены способы и команды создания сечений в САПР *AutoCAD*, позволяющие наглядно визуализировать внутреннюю форму комбинированных, составляющих модель поверхностей. В САПР *Autodesk Inventor* описанные выше возможности работы с автоматизированными наклонными сечениями вынесенными и наложенными на модель, а также блоками -сечениями не предусмотрены, однако широкое распространение получила функция разреза одной или несколькими секущими плоскостями с различными опциями. Таким образом, сечение средствами *AutoCAD* – своеобразный аналитический инструмент визуализации объекта, может иметь непосредственное практическое применение в компьютерном проектировании.

Список литературы

1. Система автоматизированного проектирования *AutoCAD*. Практикум : учебно-методическое пособие : в 2 ч. / С.В. Гиль [и др.]. - Минск : БНТУ, 2020. - Ч. 2. - 2021. - 85 с.

UDC 004.925.8

FEATURES OF AUTOMATED EXECUTION SECTIONS OF SOLID STATE MODELS IN AUTOCAD

Hil M.N.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Stoler V. A. – PhD, assistant professor, head of the department of ECG

Annotation. The article discusses the fundamental features of creating various options for cross-sections of solid-state computer models: inclined remote and superimposed, as well as the function of automated execution and editing of dynamic 2D and 3D block-sections using *AutoCAD*.

Keywords: *AutoCAD*, solid models, section objects, dynamic 2D and 3D-sections

РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО АЛГОРИТМА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ОБМОТКИ КАТУШКИ В INVENTOR

Подрецкая К.В., Леонович А.Н.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Гиль С. В. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ИКТ

Аннотация. В статье анализируются варианты создания электрической обмотки катушки средствами САПР *Autodesk Inventor*, разбираются особенности и принципиальные отличия в её образовании, представлен универсальный алгоритм моделирования поверхности электрической обмотки для каркаса сложной формы.

Ключевые слова: электрическая обмотка катушки, каркас, варианты создания, алгоритм моделирования поверхности

Введение. Катушка – обмотка изолированного провода, намотанная на каркас или без каркаса, которая имеет выводы для присоединения. Катушки делятся на два вида: токовые катушки и катушки напряжения. Указанные разновидности катушек широко применяются: в электромагнитах контакторах, пускателях и реле, расцепителях автоматических выключателей, электрических тормозах, в электроизмерительных приборах, в пуско-регулирующих аппаратах люминесцентных ламп в качестве дросселей, в блоках питания аппаратуры автоматики и радиоэлектроники [1, 2].

Основная часть. Возможно несколько вариантов создания электрической обмотки катушки. Первый вариант - в виде монолитного блока. Это вариант имитационного моделирования, является самым простым способом продемонстрировать, что обмотка присутствует, но при этом реальные свойства её не передаются. Вторым вариантом - создание обмотки при помощи операции "Пружина". Такой способ имеет один существенный недостаток. Он может быть реализован только на цилиндрической или конической форме каркаса катушки. Третий вариант создания электрической обмотки объединяет в себе сразу несколько операций, таких как «Пружина» и «Сдвиг», а также построения в 3D-эскизе и является универсальным способом моделирования заданной поверхности [3].

При образовании электрической обмотки катушки любым из описанных вариантов необходимо создать модель каркаса цилиндрической формы, на которую будет наматываться проволока. Этот шаг в алгоритме моделирования аналогичен для всех вариантов. Далее на уже готовом каркасе создаётся ещё один 2D-эскиз для имитации монолитной поверхности проволоки. Эскиз принимается и включается операция «Вращение». Конечный результат представлен на рисунке 1.

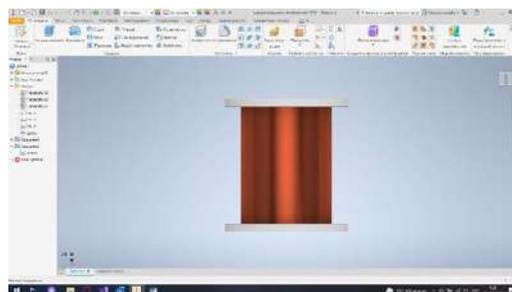
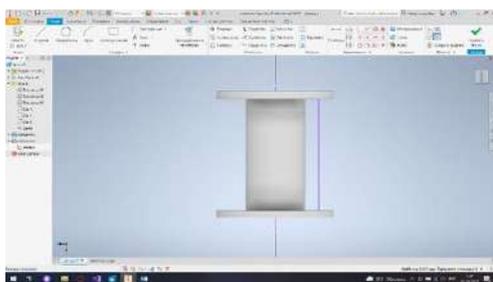


Рисунок 1 – Имитационное моделирование электрической обмотки катушки

При создании обмотки по второму варианту необходимо использовать операцию

«Пружина». На предварительно созданной конструкции каркаса в 2D-эскизе прочерчивается ось и поперечное сечение проволоки с соответствующими размерами его привязки относительно оси. После завершения эскиза включается операция «Пружина» с соответствующими настройками. В диалоговом окне операции заполняются вкладки: «Форма», «Размеры», а также «Шаг и число витков». Шаг задаётся по формуле: $d+0.001$, где 0.001 - это расстояние между витками проволоки. Вращение высчитывается по следующей формуле: l_1-l_2*2-d , где l_1 -высота каркаса, l_2 -высота выступов каркаса (рисунок 2).

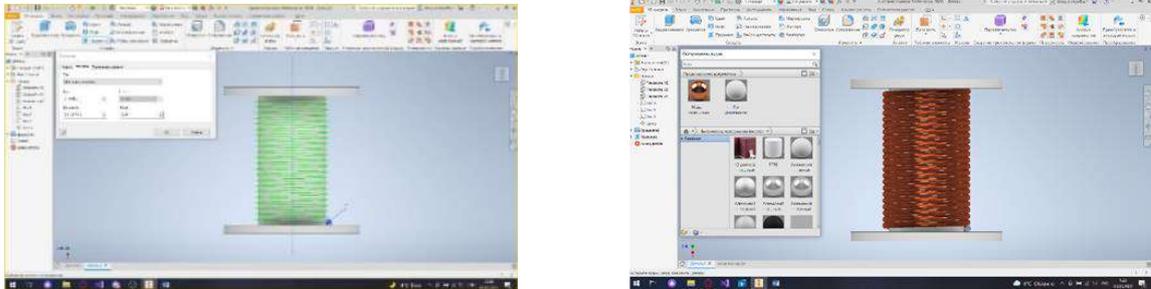


Рисунок 2 – Создание поверхности электрической обмотки катушки операцией «Пружина»

Для создания электрической обмотки катушки в соответствии с третьим вариантом необходимо смоделировать поверхность, удаленную от поверхности предварительно построенного каркаса катушки на половину диаметра проволоки. Далее задаётся переменная d -диаметр через операцию «Параметры». На следующем шаге воспроизводится поверхность операцией «Толщина/Смещение» с предварительной настройкой параметров [3].

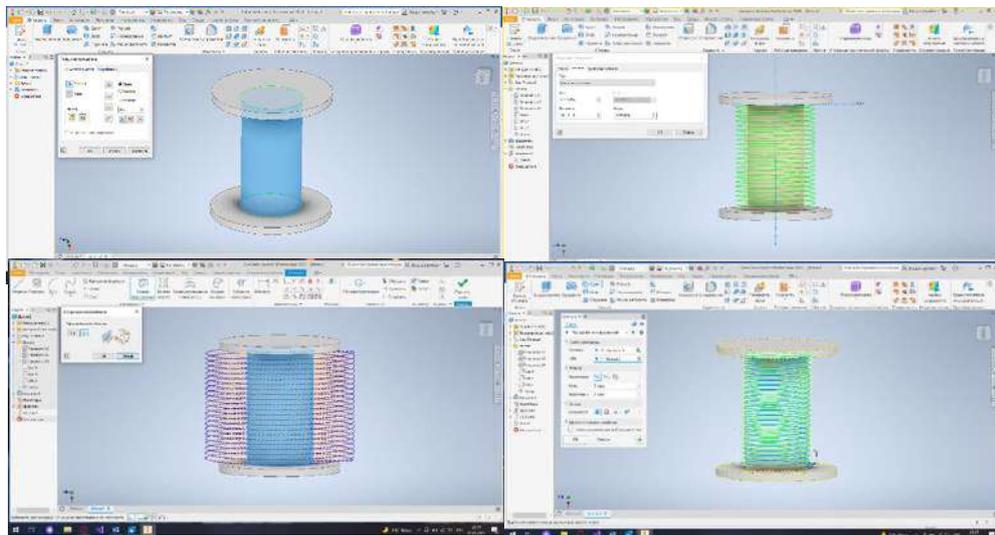


Рисунок 3 – Создание поверхности электрической обмотки катушки третьим способом

Затем создаётся путь проволоки, используя операцию «Пружина» [3].

Для начала необходимо задать оси, которые будут служить эскизом и непосредственно поверхностью. Горизонтальную ось необходимо прочертить на расстоянии $d/2$ от выступов каркаса. Далее построения осуществляются операцией «Пружина» аналогично рассмотренному ранее второму способу с единственным отличием: в настройке «Вывод» выбирается пункт «Поверхность». После проведения всех операций воспроизводится готовый путь проволоки. Далее необходимо, чтобы созданный путь был адаптирован на заданную поверхность каркаса. Для этого осуществляется переход в 3D-эскиз и включается операция «Кривая пересечения». Созданный 3D-эскиз принимается. Далее необходимо придать обмотке объем. Для этого на плоскости XZ (в приведенном варианте) создается новый эскиз: окружность диаметром d . Для удобства работы предварительно включается опция

«Геометрическое проецирование» на созданный путь и используется операция «Сдвиг» (рисунок 3).

Так как электрическая обмотка катушки имеет не один слой проволоки, будут уместны некоторые практические рекомендации для моделирования её последующих слоев. Формирование этих поверхностей выполняется операцией «Толщина/Смещение», при этом задаётся толщина, равная d , а не $d/2$. Также в настройках данной команды необходимо использовать операцию «Сшивание поверхностей». При этом необходимо выбирать разные вертикальные рабочие плоскости в новых 2D-эскизах, чтобы закрыть зазоры у начала и конца обмотки катушки. Предлагаемый алгоритм моделирования электрической обмотки катушки является универсальным, так как позволяет воспроизводить поверхность обмотки не только на цилиндрической или конической форме каркаса в соответствии с существующими настройками Inventor, а на любой сложной форме (рисунок 4).

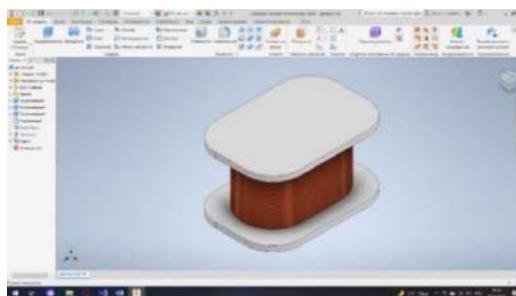


Рисунок 4 – Модель электрической обмотки катушки на конструкции нецилиндрической формы

Заключение. Первый вариант создания поверхности обмотки значительно проигрывает второму и третьему в приближенности модели к реальной обмотке катушки и допустим только на начальном уровне изучения *Inventor*. Второй и третий варианты одинаково максимально приближены к действительности, но обмотка, воспроизведённая по второму способу, может быть создана только на цилиндрическом или коническом каркасе. Третий вариант позволяет моделировать электрическую обмотку на конструкциях катушек неправильной или сложной формы. Этапы создания такой обмотки значительно увеличиваются и требуют более углубленных знаний по трёхмерному моделированию в *Inventor*.

Список литературы

1. Как сделать статор мотора в Autodesk Inventor? [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.youtube.com>.
2. Катушки электрических аппаратов. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://electricalschool.info>
3. Зиновьев Д.В. Основы проектирования в Autodesk Inventor 2016. Изд. 2-е / под ред. Азанова М.-М.: ДМК Пресс, 217.- 256с.: ил.

UDC 004.925.83

DEVELOPMENT OF A UNIVERSAL ALGORITHM FOR MODELING THE SURFACE OF THE ELECTRIC COIL WINDING IN INVENTOR

Podretskaya K.V., Leonovich A.N.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Gil S. V. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ECG

Annotation. The article analyzes the options for creating an electric coil winding using Autodesk Inventor CAD tools, examines the features and fundamental differences in its formation, and presents a universal algorithm for modeling the surface of an electric winding for a complex-shaped frame.

Keywords: electric coil winding, frame, creation options, surface modeling algorithm

УДК 004.925.8

СОЗДАНИЕ ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЛЕНТЫ МЁБИУСА В AUTODESK INVENTOR

Родевич Р.А, Пинчук Е.П.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Гиль С.В. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ИКТ

Аннотация. В статье представлена историческая справка об открытии топологической поверхности под названием «Лента Мёбиуса», которая является односторонней плоскостью в трёхмерном пространстве. Представлены примеры использования её в приборах, технике и производстве. Разработан алгоритм создания параметризованной твердотельной модели этой топологической поверхности в *Autodesk Inventor*.

Ключевые слова: топологическая поверхность, Лента Мёбиуса, *Autodesk Inventor*

Введение. Лента Мёбиуса – простейшая неориентируемая поверхность, которая является односторонней в трёхмерном пространстве (рисунок 1). Её часто называют ещё поверхностью Мёбиуса и относят к непрерывным (топологическим) объектам [1]. Топологией является раздел математики, изучающий свойства пространства, которые остаются неизменными при непрерывных деформациях [2]. Представляет интерес история открытия этой поверхности, её практическое применение, а также возможность создания её твердотельной модели средствами Autodesk Inventor.

Основная часть. Считается, что лента Мёбиуса была открыта независимо немецкими математиками Августом Фердинандом Мёбиусом и Иоганном Бенедиктом Листингом в 1858 году, хотя похожая структура изображена на римской мозаике III века н.э. (рисунок 3) [1].



Рисунок 1 – Компьютерная модель Ленты Мёбиуса

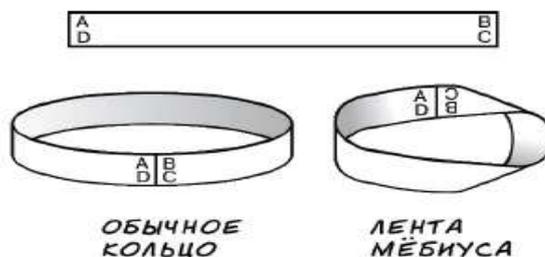


Рисунок 2 – Ручное изготовление Ленты Мёбиуса



Рисунок 3 – Римская мозаика (III век)



Рисунок 4 - Памятник Ленте Мёбиуса в Минске

22 января 2009 года в Минске был открыт памятник Ленте Мёбиуса к восьмидесятилетию Национальной академии наук Беларуси. Сегодня лист Мёбиуса и его свойства широко применяются в науке, служа основой для построения новых гипотез и теорий, проведения исследований и экспериментов, создания новых механизмов и устройств.



Рисунок 5 – Триод

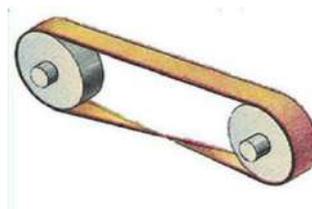


Рисунок 6 - Шлифовальная лента на основе ленты Мёбиуса

Патентные службы вынуждены были познакомиться с поразительными свойствами листа Мёбиуса - в разное время и в разных странах зарегистрировано немало изобретений, в основе которых лежит все та же односторонняя поверхность. Например, в 1923 году знаменитый американский изобретатель Ли де Форест, который придумал трёхэлектродную лампу - триод (рисунок 5), предложил записывать звук на киноленте без перемены катушек, сразу «с двух сторон». Ему выдали патент № 1442632. В 1969 году советский изобретатель А. Губайдуллин получил авторское свидетельство № 236278 на бесконечную шлифовальную ленту (рисунок 6), работающую обеими своими сторонами. Он предложил натянуть сделанную из специального материала ленту Мебиуса на два вращающихся ролика и покрыть ее крупинками твердого абразива. Понятно, что такая лента служит вдвое больше обычной. В 1923 году выдан патент изобретению Ли де Форсу, который предложил записывать звук на киноленте без смены катушек, сразу с двух сторон (рисунок 8). На основе исследований поверхности ленты Мебиуса и ее свойств было создано множество устройств и приборов. К примеру, кассеты для магнитофона, где лента перекручивается и склеивается в кольцо, при этом появляется возможность записывать или считывать информацию сразу с двух сторон, что увеличивает ёмкость кассеты и соответственно время звучания. Форму ленты Мёбиуса повторяют при создании полосы ленточного конвейера (рисунок 7) и красящей ленты в печатных устройствах, абразивных ремней для заточки инструментов и автоматической передачи. Это позволяет значительно увеличить срок их службы, так как изнашивание происходит более равномерно [4].

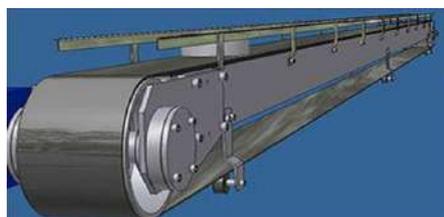


Рисунок 7 – Полоса ленточного конвейера



Рисунок 8 – Кассеты для магнитофона

Модель ленты Мёбиуса можно легко сделать из бумаги: надо взять достаточно длинную бумажную полоску и склеить противоположные концы полоски в кольцо, предварительно перевернув один из них (рисунок 2). Однако создание топологической поверхности ленты Мёбиуса в *Autodesk Inventor* представляет собой более трудоемкий процесс.

Для построения твердотельной модели данной топологической поверхности необходимо создать семь плоских 2D-эскизов, не только в основных плоскостях, но и в дополнительных рабочих плоскостях, которые ориентированы относительно плоскости XY под 15 и 45 градусов и зеркально отражены. Создаваемая компьютерная модель ленты Мёбиуса является параметризованной, описывается предварительно рядом параметров, которые многократно повторяются в эскизах и являются строго фиксированными: ширина ленты - задаётся длиной

отрезка; диаметр траектории ленты – задаётся окружностью; привязка отрезка – ширины ленты, задаётся радиусом. Предварительно на эскизе воспроизводится траектория движения ленты - окружность. На вспомогательных и основных плоскостях командой «Отрезок» создаются 2D-эскизы с заданными параметрами, при этом особое внимание необходимо обратить на правильную ориентацию ширины ленты относительно траектории движения и её плавный перегиб. Непосредственно поверхность формируется командой «Ллофт» путем последовательного добавления эскизов, в качестве направляющей задаётся траектория движения ленты - окружность. Твёрдотельная модель воспроизводится из поверхности командой «Толщина» с двунаправленной ориентацией, далее назначается материал и текстура (Рисунок 9) [3].

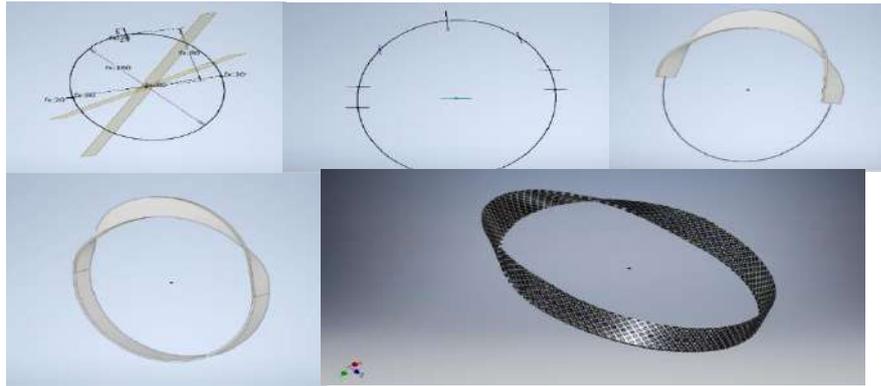


Рисунок 9 – Поэтапное создание трёхмерной модели ленты Мёбиуса, выполненной в Autodesk Inventor

Заключение. В соответствии с разработанным алгоритмом средствами Autodesk Inventor создана параметризованная твёрдотельная компьютерная модель топологической поверхности Ленты Мёбиуса, представляющей научный интерес вследствие её достаточно широкого практического применения в различных сферах.

Список литературы

1. Лента Мёбиуса [Электронный ресурс].- Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
2. Лента Мёбиуса: один из самых необычных объектов с очень странными свойствами [Электронный ресурс].- Режим доступа : <https://zen.yandex.ru/media/popsci/lenta-mebiusa-odin-iz-samyh-neobychnyh-obektov-s-ochen-strannymi-svoistvami-5c0cca8d44c73500ae939655>
3. Поверхностное моделирование: Лента Мёбиуса [Электронный ресурс].- Режим доступа : <https://www.youtube.com/watch?v=ibfeqaRuL18a>
4. Лист Мёбиуса и его применение [Электронный ресурс].- Режим доступа : <https://school-herald.ru/ru/article/view?id=897>

UDC 004.925.8

CREATING THE TOPOLOGICAL SURFACE OF THE MOBIUS STRIP IN AUTODESK INVENTOR

Rodevich R.A., Pinchuk A.P.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Gil S.V. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ECG

Annotation. The article presents a historical background on the discovery of a topological surface called "Möbius strip", which is a one-sided plane in three-dimensional space. Examples of its use in devices, technology and production are presented. An algorithm for creating a parametrized solid model of this topological surface in Autodesk Inventor has been developed.

Keywords: topological Surface, Möbius strip, Autodesk Inventor

ПРОЕЦИРОВАНИЕ НА КРИВОЛИНЕЙНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ В AUTODESK INVENTOR

Ракицкий А.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Гиль С.В. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ИКТ

Аннотация. На примере решения практической задачи рассмотрены особенности работы с 3D-эскизом в *Autodesk Inventor*, а также методы проецирования плоских и пространственных кривых, текста и изображений с минимальным искажением на криволинейные поверхности.

Ключевые слова: методики проецирования, криволинейная поверхность, 3D-эскиз, твердотельная модель, форма профиля

Введение. Проецирование – это процесс получения проекций предмета на какой-либо поверхности (плоской, цилиндрической, сферической, конической) с помощью проецирующих лучей. Традиционно в САПР *Autodesk Inventor* командой «Проецирование на поверхность» выполняют построение не только точек, плоских и пространственных кривых, но и текстовых надписей и изображений (логотипов) на твердотельную модель или поверхность. При этом могут возникать большие искажения и неточности в воспроизведении проецируемого объекта именно на криволинейные модели. На примере построения 3D-модели баскетбольного мяча в САПР *Autodesk Inventor* проведём анализ нескольких методик проецирования с минимальным эффектом искажения объекта.

Основная часть. Для того, чтобы выполнить построение твердотельной модели в данной практической задаче необходимо использовать 3D-эскиз [1].

Главной отличительной особенностью 3D-эскиза от традиционно применяемого в *Autodesk Inventor* 2D-эскиза является то, что в 3D-эскизе не используется рабочая плоскость. Именно это и позволяет создавать заданную геометрию в любой точке в 3D-пространства. Также с помощью 3D-эскиза можно воспроизводить пути для проводов, труб, сдвигов, лофтов и кромок поверхностей. Рассмотрим возможности и особенности применения 3D-эскиза для решения данной задачи.

На первом этапе в 2D-эскизе прочерчивается половина сегмента круга, наносятся характерные размеры, а затем командой «Вращение» воссоздаётся модель шара [2]. На вертикальной рабочей плоскости отдельно выстраивается 2D-эскиз плоской кривой, повторяющей геометрию этой линии в модели баскетбольного мяча. Для непосредственно проецирования кривой на шар необходимо открыть 3D-эскиз и в этом активном режиме на панели Рисования нажать соответствующую пиктограмму «Проецирование на поверхность» (рисунок 1).

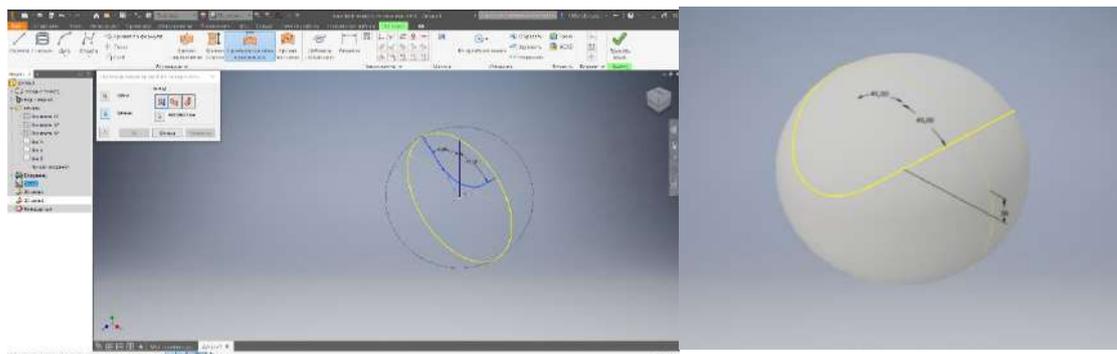


Рисунок 1 – Выполнение команды «Проецирование на поверхность»

После выбора команды в разделе «Вывод диалогового окна» необходимо выбрать способ проецирования геометрии: Проецирование вдоль указанного вектора. В качестве альтернативы можно также выбрать направление вектора. Таким образом создаётся пространственная кривая линия на твердотельной модели шара.

Для воспроизведения соответствующего профиля выемки на поверхности мяча создаётся вспомогательный 2D-эскиз командой «Паз», опция - центральная точка) и при выполнении команды «Сдвиг» вдоль указанной траектории, с вычитанием материала формируется необходимый рельеф рисунка на основе пространственной кривой [3] (рисунок 2).

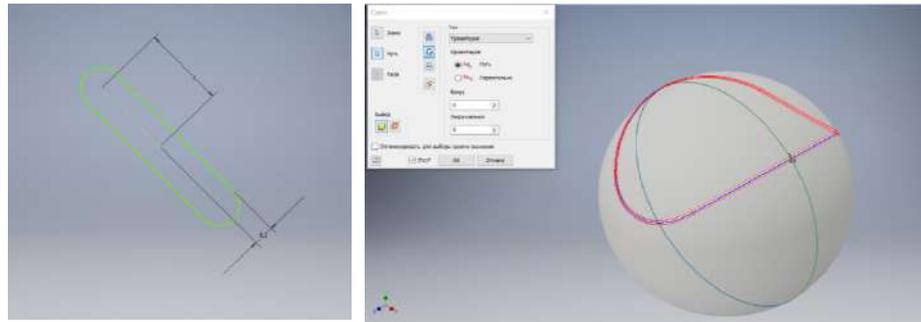


Рисунок 2 - Построение соответствующего профиля рисунка

Для создания горизонтальной линии профиля рисунка также выполняется 2D-эскиз с соответствующей формой плоского паза. При этом важно правильно сориентировать этот паз на вспомогательной рабочей плоскости относительно шара. Для удобства построений при этом целесообразно использовать функцию «Проецирование геометрии». Необходимые построения завершаются командой «Вращение». Соответствующая вертикальная линия характерного рисунка мяча выполняется командой «Круговой массив» (рисунок 3).

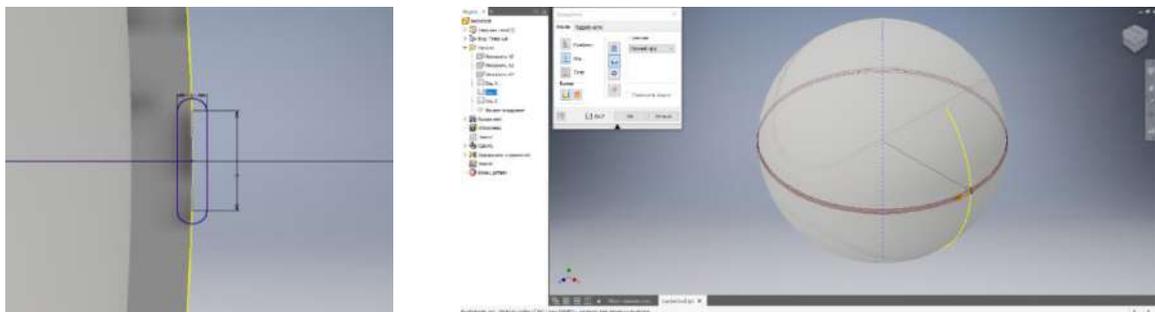


Рисунок 3 – Выполнение команды «Вращение»

Для того, чтобы задать цвет и текстуру объекта, необходимо воспользоваться стандартной командой Autodesk Inventor «Создание представления» в документе. В открывшемся диалоговом окне команды подбирается соответствующий цвет и копируется изображение с текстурой (рисунок 4). Далее применяется созданный материал для объекта.

Для того, чтобы спроецировать текстовую часть и логотип на шар, необходимо предварительно создать дополнительную рабочую плоскость с помощью команды «Смещение относительно плоскости» и на ней задать будущие объекты проецирования (рисунок 4).



Рисунок 4 – Наложение текстуры и проецирования текстовой части и логотипа на модель

Выполнение команды «Маркировка» позволяет с минимальным искажением отобразить выделенные объекты вспомогательной рабочей плоскости на твердотельную модель мяча с предварительно нанесённой текстурой и подобранной цветовой гаммой, соответствующей реальной. Результат решения практической задачи представлен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Результат решения практической задачи

Заключение. Таким образом в решении практической задачи построения твердотельной модели баскетбольного мяча средствами САПР *Autodesk Inventor* выполнен анализ методик проецирования различной формы плоских кривых, текста и изображений (логотипа) на пространственную модель шара. В 3D-эскизе решена задачи создания пространственной кривой, воспроизведения на её основе, заданной по форме профиля выемки на поверхности мяча в различных рабочих плоскостях. Предлагаемые методики построения, соответствующие вспомогательные средства и команды *Autodesk Inventor* позволяют воссоздать модель с минимальным искажением элементов при проецировании, максимально приближая объект к существующей реальности.

Список литературы

1. Справка *Autodesk Inventor* [Электронный ресурс] Режим доступа: knowledge.autodesk.com.
2. Киселевский, О.С. Твердотельное трехмерное моделирование в *Autodesk Inventor*: учеб.-метод. пособие / О.С. Киселевский. - Минск: БГУИР, 2017.- 90 с.: ил.
3. Зиновьев Д.В. Основы проектирования в *Autodesk Inventor 2016*. Изд.2-е / под ред. Азанова М.-М.: ДМК Пресс, 217.- 256с.: ил.

UDC 004.925.84

PROJECTION ON CURVE SURFACES IN AUTODESK INVENTOR

Rakitskiy A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Gil S.V. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ECG

Annotation. On the example of solving a practical problem, the features of working with a 3D-sketch in *Autodesk Inventor*, as well as methods for projecting flat and spatial curves, text and images with minimal distortion onto curved surfaces, are considered.

Keywords: projection techniques, curved surface, 3D sketch, solid model, profile shape

УДК 004.92

СОЗДАНИЕ 3D-МОДЕЛЕЙ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФОРМЫ В INVENTOR

*Василевский Д.В., Богданович А.А.**Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь**Научный руководитель: Гиль С.В. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ИКТ*

Аннотация. Практически исследованы возможности создания 3D-моделей произвольной формы в САПР *Inventor* с помощью соответствующих инструментов. Составлен алгоритм по созданию соответствующих 3D-моделей. Установлены необходимые параметры для каждого из пяти стандартных основных тел произвольной формы.

Ключевые слова: синтез произвольной формы, алгоритм моделирования, функциональное назначение

Введение. Создание деталей со сложными произвольными формами может быть достаточно трудоёмкой задачей, если используются для этого стандартные методы моделирования. Инструменты создания произвольной формы в *Inventor* обеспечивают другой подход для анализа и синтеза данного типа твердотельных моделей заданной формы. Все построения осуществляются с помощью функции непосредственного манипулирования [1].

Основная часть. Для выполнения построений можно использовать или плоскость, или одно из пяти стандартных тел произвольной формы: параллелепипед, тетрагональную сферу, цилиндр, тор и сферу. Существует некоторое количество инструментов для редактирования произвольной формы, объединения нескольких тел и обеспечения соответствия формы существующей геометрии. Получившееся тело произвольной формы можно в дальнейшем объединять или изменять путем добавления элементов из стандартной ленты 3D-модели [2].

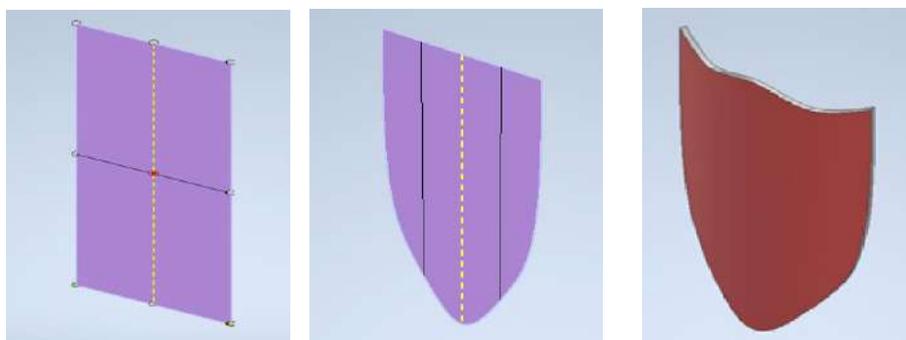


Рисунок 1 – Поэтапное создание твердотельной модели каплевидного щита из произвольной формы-плоскости

Общий стандартный алгоритм для добавления в проект свободной формы выглядит следующим образом:

1. Выбор произвольной формы, которая наиболее точно отражает нужную геометрию.
2. Использование инструментов редактирования произвольной формы для изменения формы.
3. При необходимости можно создавать дополнительные свободные формы, изменять их и соединять с помощью перемычек.
4. Использование функции "Сопоставить ребро" для придания соответствия рёбер тела произвольной формы с эскизом или геометрией модели.

При выборе сферической формы, как исходного объекта проектирования, можно использовать тетрагональную сферу, которая деформируется более единообразно. Сферическую форму рекомендуется применять в том случае, когда в первую очередь необходимо деформировать модель вдоль оси сферы [2, 3, 4].

Для создания тела произвольной формы необходимо выбрать рациональную ориентацию относительно плоскости или плоской грани, указать определенные параметры для заданной формы. Для параллелепипеда и формы-плоскости необходимо уточнить размер и количество граней, для цилиндра надо предварительно задать центр, диаметр и высоту, для сферы - центр и диаметр, а для тора еще и радиус. Затем нужно ввести соответствующее количество граней, добавить дополнительный допуск симметрии. После ввода указанных данных можно использовать инструменты произвольного моделирования для внесения изменений.

При помощи команд "Плоскость" и "Грань" можно создать объект в форме открытого листа. Также с помощью команды "Грань" можно не только осуществлять преобразование поверхности в лист заданной толщины, но и закрывать зазоры между элементами объекта. Для проектирования детали, отличительной особенностью которой является функциональность, необходимо использовать стандартные приёмы моделирования, применяемые в Inventor. Для объектов с явно определённой дизайнерской и декоративной функций отлично подойдёт инструмент создания произвольных форм, так как он предоставляет возможность создавать неповторимые и причудливые формы в пару щелчков компьютерной мыши.

Заключение. Создание объекта в Inventor не сводится к простому построению её трехмерной модели. Процесс анализа и синтеза компьютерной модели должен осуществляться с учетом технологии изготовления реального объекта, применяемых материалов, конструктивных и физических характеристик, а также функционального назначения и области применения. В соответствии с этим выбирается способ создания, методы, соответствующие рекомендации и алгоритмы моделирования.

Список литературы

1. Произвольная форма. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://knowledge.autodesk.com/ru/support/inventor-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2015/RUS/Inventor-Help/files/GUID-4DABAAC1-6C8F-4C8B-98E2-64B1F617B388-htm.html>
2. Основные объекты произвольной формы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://it.wikireading.ru/37584>
3. Инструменты Inventor. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://knowledge.autodesk.com/ru/support/autocad-architecture/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/RUS/AutoCAD-Architecture/files/GUID-E9A068D0-1658-45C7-BFB2-A03B6A09B23D-htm.html>
4. Общие сведения о 3D-моделировании. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Компьютерное_моделирование

UDC 004.92

CREATE 3D-MODELS OF ALBITRARY FORM IN INVENTOR

Vasileuski D.V., Bogdanovich A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Gil. S.V. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ECG

Annotation. The possibilities of creating 3D-models of arbitrary shape in Inventor CAD with the help of appropriate tools have been practically investigated. An algorithm for creating appropriate 3D-models has been compiled. The necessary parameters have been set for each of the five standard main bodies of arbitrary shape.

Keywords: free-form synthesis, modeling algorithm, functional purpose

УДК 004.925.8

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ СБОРОЧНОГО УЗЛА В INVENTOR: ВАРИАНТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕТВЕРТНОГО ВЫРЕЗА МОДЕЛИ

Павлюкович П.В. Шебеко В.П.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Гиль С. В. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ИКТ

Аннотация. Представлены варианты создания четвертного выреза на твердотельной модели сборочного узла в *Autodesk Inventor*, позволяющие не только визуализировать внутреннюю поверхность и характер взаимодействия основных деталей, входящих в сборочную единицу, но и сохранить модель с вырезом в виде 2D плоского ассоциативного чертежа в отличие от встроенных возможностей данной САПР.

Ключевые слова: твердотельная модель, четвертной вырез, сборочная единица, местный разрез, трехмерное пространство

Введение. Интересным с точки зрения истории применения функции разреза является тот факт, что в рисунках и фресках древних египтян, дошедших до наших дней, этот условный приём для выявления внутреннего содержания или устройства также использовался. Мысленно рассечёнными изображались: корзины, корабль, архитектурные сооружения и т.д. На эту особенность и ряд других, характеризующих признаки современного чертежа, обратил внимание и теоретически обосновал принципы отображения реального и искажённого (перцептивного) пространства в своей книге «Геометрия картины и зрительное восприятие» академик Борис Раушенбах, стоящий у истоков советского ракетостроения. Исследование вопросов реального отображения пространства для Бориса Раушенбаха являлось особенно актуальным, так как область его научных интересов была непосредственно связана с задачей обеспечения ручной стыковки огромных модулей в открытом космосе [1].

Основная часть. На примере компьютерной модели сборочного узла (рисунок 1), созданного в *Autodesk Inventor*, проанализируем варианты выполнения четвертного выреза.

В САПР *Inventor* заложена функция автоматического выполнения не только простых разрезов, выполненных одной секущей плоскостью, но и четвертных вырезов с возможностью указания из «дерева» модели любых пересекающихся секущих плоскостей [2]. Тем не менее при этом невозможно сохранение файла именно рассечённой твердотельной модели и воспроизводство её в виде 2D плоского изображения на чертеже (рисунок 1).

Рассмотрим алгоритм создания четвертного выреза на твердотельной модели сборочного узла, выполненного в САПР *Inventor*, который позволяет получить плоское изображение рассечённой сборочной единицы (рисунок 2). Классический вариант аналогичен созданию выреза в *Autodesk AutoCAD*: 3D-модель сборочного узла рассекается выдавленной твердотельной, построенной в 2D-эскизе узла прямой четырёхугольной призмой с вычитанием материала. В таком виде возможно сохранение файла с моделью и построение на его основе 2D плоского изображения на чертеже (рисунок 2). Авторами предлагается свой оригинальный вариант создания четвертного выреза. Предварительно проводится анализ положения сборочного узла и выреза относительно плоскостей проекций и привязка его к проекционным видам. После автоматизированного добавления необходимого вида твердотельной модели узла на 2D-чертёж (в примере это вид слева) включается команда «Местный разрез» и задаётся численное значение глубины разреза (отражается голубым прямоугольником), при этом непосредственно сам вид рекомендуется вынести за пределы поля чертежа, так как это изображение заблокировать нельзя. Далее включается опция «Проекционный», которая позволяет в автоматизированном режиме получить плоское ассоциативное изображение сборочного узла с четвертным вырезом. Возможно выполнение и редактирование штриховки по секущим плоскостям. Метод крайне прост и может

применяться для визуализации внутреннего устройства сборочного узла и способа взаимодействия соединяемых деталей.

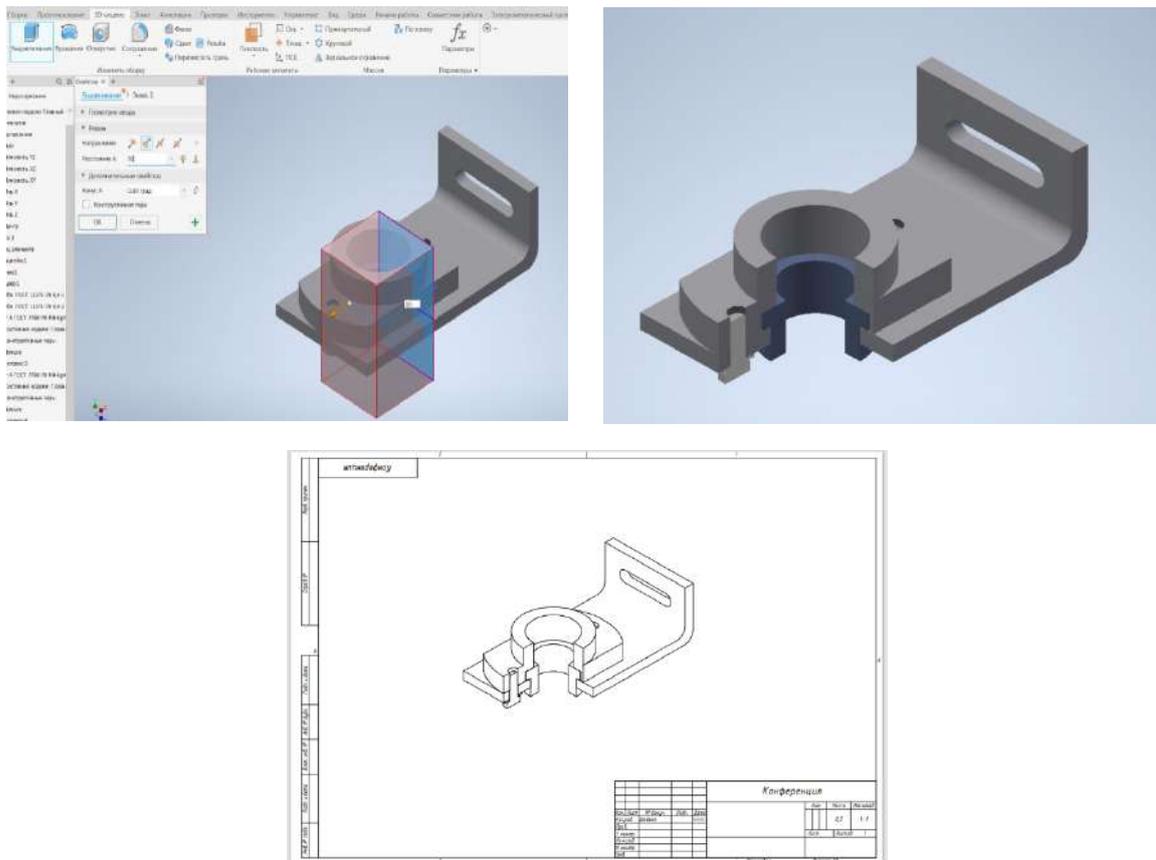


Рисунок 1- 2D проекционные изображения твердотельной модели сборочного узла в Autodesk Inventor

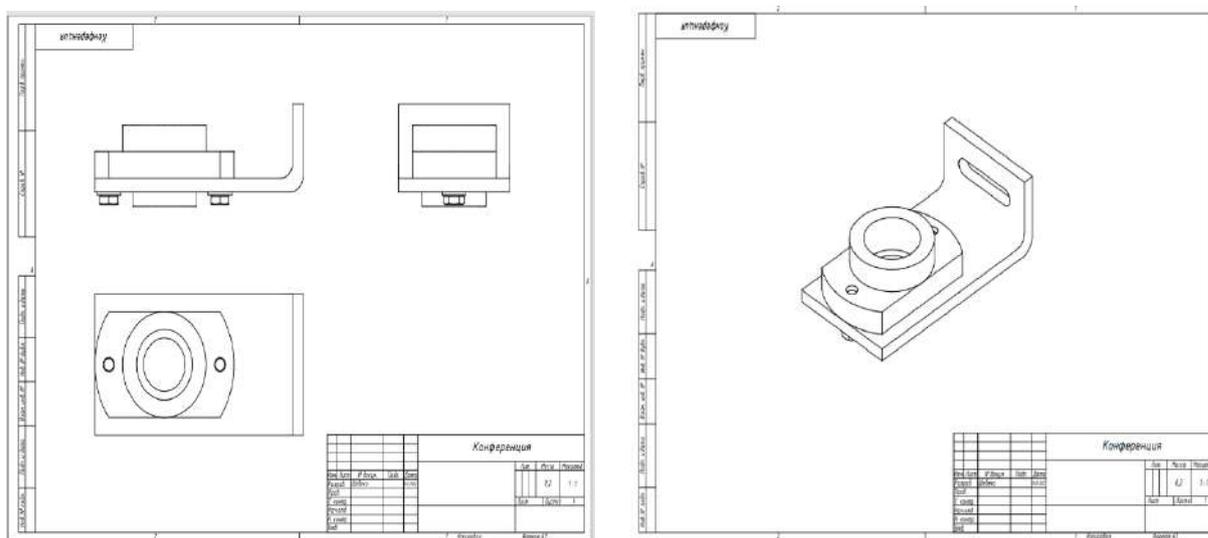


Рисунок 2 – Классический вариант выполнения четвертного выреза на компьютерной модели сборочного узла

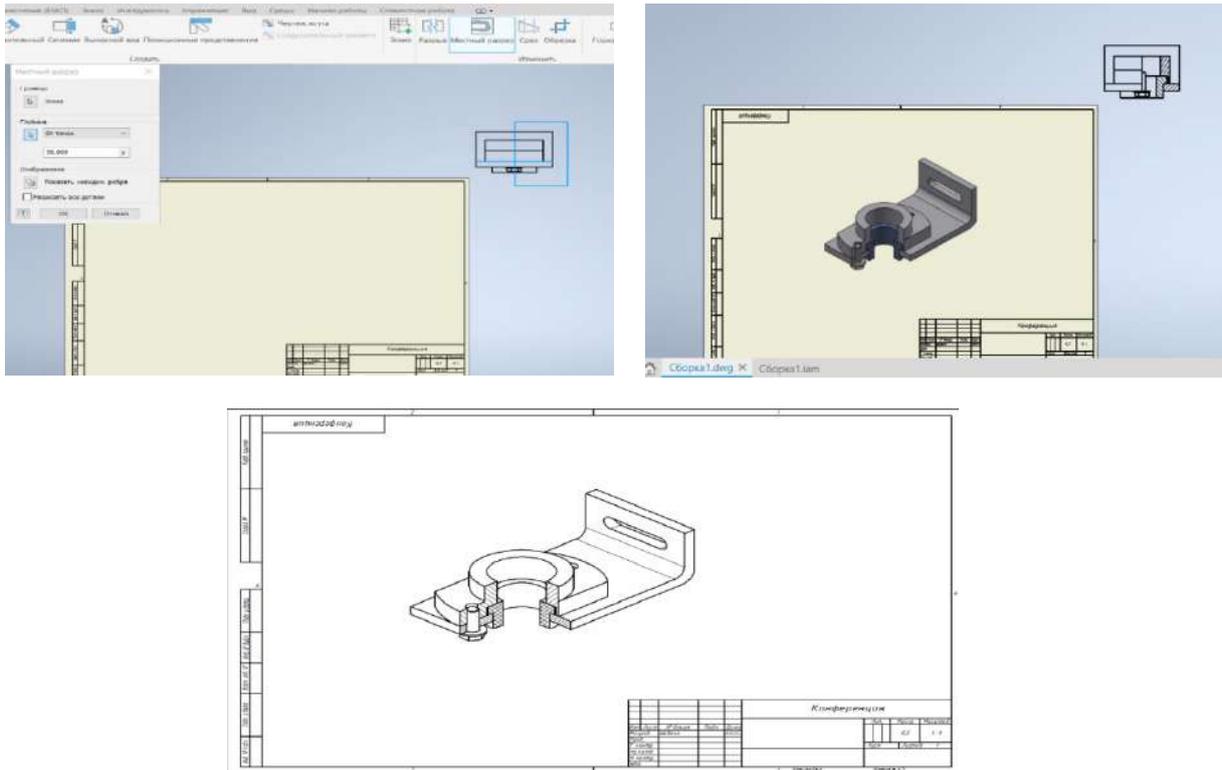


Рисунок 3 – Авторский вариант создания четвертного выреза в Autodesk Inventor

Заключение. Предлагаемые варианты создания средствами Autodesk Inventor четвертного выреза компьютерной модели сборочного узла являются максимально удобными и точными, позволяют получить адаптивное плоское изображение сборочного узла и в дальнейшем его твёрдую копию - распечатанный чертёж. Для практического решения поставленной задачи создания четвертного выреза любым из представленных в статье вариантов, в том числе авторского, требуется высокий уровень теоретических знаний по дисциплине ИКТ и отличные практические навыки работы с твердотельным моделированием в трёхмерном пространстве САПР Autodesk Inventor.

Список литературы

1. Раушенбах, Б.В. Геометрия картины и зрительное восприятие: книга / Б.В. Раушенбах - изд-во «Азбука-Классика» Санкт-Петербурга: Исследование, 2002.-320с.
2. Зиновьев Д.В. Основы проектирования в Autodesk Inventor 2016. Изд.2-е / под ред. Азанова М.-М.: ДМК Пресс, 217.- 256с.: ил.

UDC 004.925.8

VISUALIZATION OF THE ASSEMBLY NODE IN INVENTOR: OPTIONS FOR PERFORMING THE FOURTH CUT OF THE MODEL

Pavlukovich P.V., Shebeko V.P.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Gil S. V. – PhD, associate Professor, associate Professor of the Department of ECG

Annotation. Options for creating a quarter cutout on a solid-state model of an assembly unit in Inventor are presented, allowing not only to visualize the inner surface and the nature of the interaction of the main parts included in the assembly unit, but also to save the model with a cutout in the form of a 2D flat associative drawing, unlike the built-in capabilities of this CAD.

Keywords: solid-state model, quarter cut, assembly unit, local cut, three-dimensional space

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ САПР НА ПРИМЕРЕ СОЗДАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ

Захарова Е.А., Лотенкова Е.С.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Гиль С.В – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ИКТ

Аннотация. Экспериментально исследован и проанализирован метод создания компьютерной модели сборочного узла в трех прикладных пакетах САПР: Autodesk Inventor, Solid Edge, Компас-3D; выявлены их отличительные особенности, достоинства и недостатки.

Ключевые слова: Autodesk Inventor, Solid Edge, Компас-3D, САПР, компьютерная модель, сборочный узел, твердотельное моделирование

Введение. Эффективность компьютерного моделирования напрямую зависит от выбора прикладного пакета САПР. Анализируя различные литературные источники, можно отдать предпочтение множеству различных САПР, предназначенных для выполнения заданий одного уровня сложности. Немаловажными факторами при решении задач твердотельного компьютерного моделирования являются: максимальная приближенность созданной модели к реальности, временные затраты на выполнение задания, удобство работы и практичность. В статье представлены характерные особенности трёх наиболее распространённых САПР на примере синтеза компьютерной модели сборочного узла.

Основная часть. Autodesk Inventor – разработка компании Autodesk (США), выпустившей в 1985 г. САПР AutoCAD. Autodesk Inventor – САПР нового поколения, предназначенная именно для трёхмерного компьютерного проектирования в различных областях. Инструментальные средства её обеспечивают не только полный цикл конструирования, но и создания конструкторской документации в соответствии со стандартами [1].

КОМПАС-3D – это САПР, созданная в России, предназначена для трехмерного проектирования, широко используется не только профессиональными пользователями, она стала стандартом для многих предприятий различных отраслей [2].

Solid Edge – система твердотельного и поверхностного моделирования производства Siemens PLM Software (США), в которой реализованы как параметрическая технология моделирования на основе конструктивных элементов и дерева построения, так и технология вариационного прямого моделирования [3].

Данная технология, представленная компанией Siemens PLM Software (до 2007 года - UGS Corp.), получила название «синхронная технология» [5]. Все вышеперечисленные САПР занимают лидирующие позиции на рынке.

Разберём характерные особенности вышеперечисленных САПР на примере создания модели сборочного узла (рисунок 1). Результаты проведенного анализа сведены в таблицу 1.

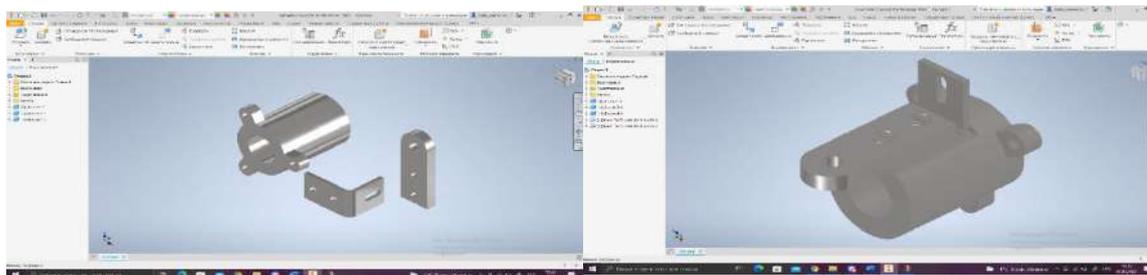
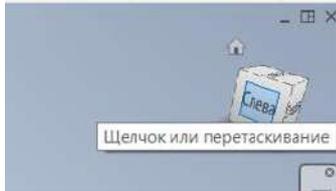
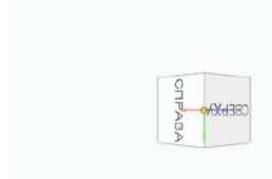
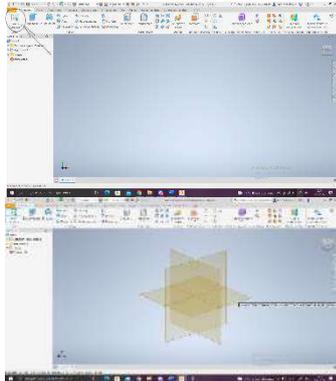
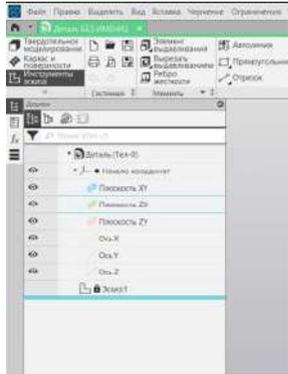
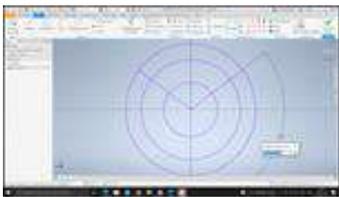
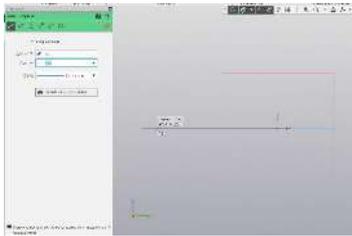
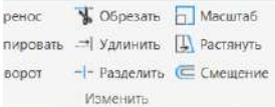
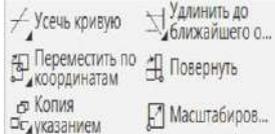
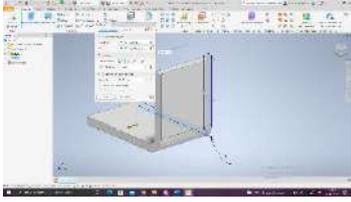
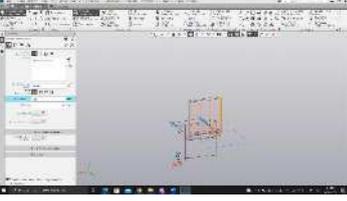
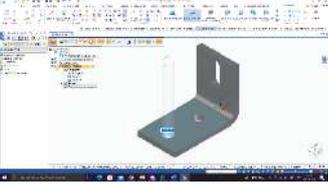
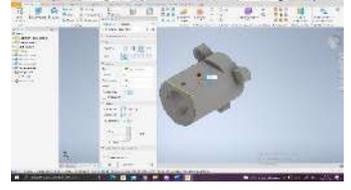
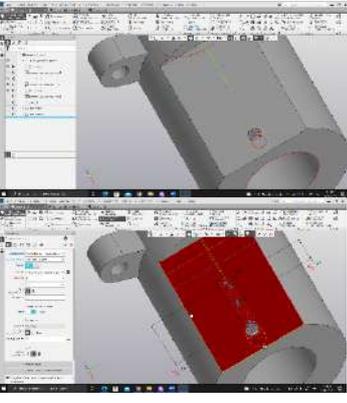
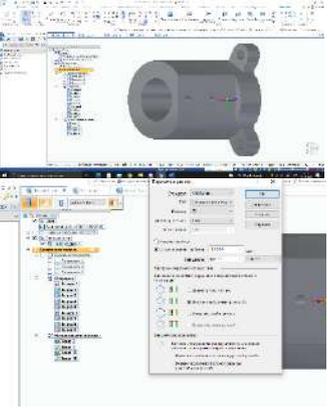
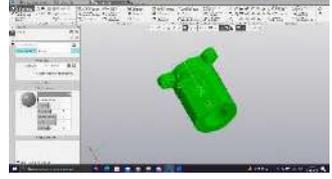
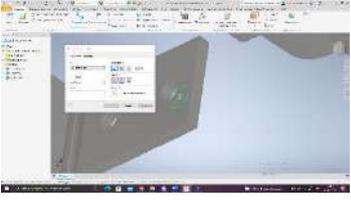


Рисунок 1 – Пример компьютерной модели сборочного узла, выполненного в Autodesk Inventor

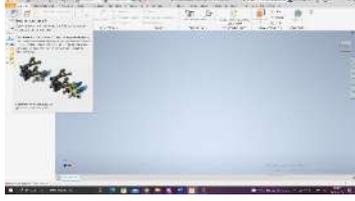
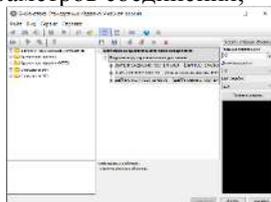
Таблица 1 – Характеристика элементов САПР

Название САПР Элемент	Autodesk Inventor	Компас-3D	Solid Edge
Создание детали - оригинального компонента сборочного узла.			
1	2	3	4
Управление изометрией вида	<p>Поворот куба нажатием левой кнопки мыши;</p> 	<p>Нажатие правой кнопки мыши;</p> 	<p>Поворот куба нажатием колесика;</p> 
Создание эскиза	<p>Выбор плоскости, команда «Эскиз»;</p> 	<p>Выбор плоскости, команда «Эскиз»;</p> 	<p>Нет определенной команды создания эскиза;</p>
Угол построения линии	<p>Настраивается с помощью угловых размеров;</p> 	<p>Есть возможность настроить непосредственно при построении;</p> 	<p>Есть возможность настроить непосредственно при построении;</p> 
Обрезка части эскиза	<p>Команда «Обрезать»;</p> 	<p>Команда «Усечь кривую»;</p> 	<p>Команда «Разбить», удаление ненужных частей;</p> 

Продолжение таблицы 1.

1	2	3	4
Элемент выдавливания	<p>Команда «Выдавливание», настройка параметров;</p> 	<p>Команда «Элемент выдавливания» или «Вырезать выдавливанием», настройка параметров;</p> 	<p>Выбор поверхности, которую необходимо выдавить, команда «Выдавливание»;</p> 
Создание резьбового отверстия	<p>На эскизе точки на местах будущего резьбового отверстия, команда «Резьба», настройка параметров;</p> 	<p>На эскизе точки на местах будущего резьбового отверстия, команда «Отверстие простое», параметр «резьба», настройка параметров резьбы;</p> 	<p>Создание отверстия, командой «Отверстие», после чего применяется команда «Резьба», настройка параметров резьбы в разделе «Параметры резьбы»;</p> 
Добавление материала	<p>Команда «Материал», выбор материала, добавление текстуры;</p> 	<p>В древе правой кнопкой мыши нажимается на «Деталь», выбирается «Свойства модели», настройка материала;</p> 	<p>Команда «Таблица материалов», выбор материала, добавление текстуры;</p> 
Выполнение сборочной единицы.			
Соединение деталей	<p>Команда «Соединение», выбор типа, точек начала координат;</p> 	<p>Команда «Совпадение», выполнение команды «Соосность», далее необходимый тип соединения;</p> 	<p>Добавление деталей, команда «Собрать компоненты», настройки типа соединения деталей;</p> 

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Вставка стандартных изделий	Команда «Вставка компонентов», выбор типа компонентов, выбор источника (библиотеки); 	Вкладка стандартные изделия, команда «Вставить элемент», «Крепежные соединения», выбор типа соединения, настройки параметров соединения; 	Необходима дополнительная установка базы данных стандартных изделий, для работы с этим параметром;

Таким образом, на современном рынке «средних САПР» в технической области все вышеперечисленные программы являются лидерами, каждая из них обладает широким набором инструментов для комфортной работы пользователя и даёт возможность разрабатывать проекты любой сложности. Программы отлично справляются с решением задач трехмерного параметрического моделирования изделий различных сфер промышленности на этапах конструкторской и технологической подготовки производства.

Заключение. В статье представлен сравнительный анализ функциональных возможностей трёх САПР «среднего уровня» на примере создания компьютерной модели сборочного узла. Все рассмотренные программы являются достойными в соответствии с поставленными целями, каждая из них позволит решить широкий спектр проектно-конструкторских задач. Однако, по соотношению «удобство практической работы-функциональность» выбор *Autodesk Inventor* для авторов является более предпочтителен, поскольку даёт больше уникальных возможностей: генератор форм (генеративный дизайн), динамические расчеты, мастера проектирования, поддержку ЕСКД и многое другое. Всего этого или нет в других САПР, или реализовано на более простом уровне. Немаловажным фактом является ещё и то, что компания *Autodesk* проводит политику бесплатного предоставления лицензий на использование своей продукции в сфере образования.

Список литературы

1. *Autodesk Inventor* — уникальный инструмент для инженеров в новом тысячелетии // САПР и Графика. — 04'2000.
2. ASCON.Компас-3D [электронный ресурс]: ASCON- Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://ascon.ru/products/7/review/>
3. *Solid Edge с синхронной технологией* — революция в области САПР // САПР и Графика. — 09'2008. — С. 80—83.
4. *Синхронная технология* — революция моделирования от Siemens PLM Software // CAD/CAM/CAE Observer. — 2008. — № 4(29).
5. Зиновьев Д.В. *Основы проектирования в Autodesk Inventor 2016. Изд.2-е / под ред. Азанова М.-М.: ДМК Пресс, 217.- 256с.: ил.*

UDC 721.021.23

COMPARATIVE ANALYSIS OF CAD ON THE EXAMPLE OF CREATION COMPUTER MODEL OF THE ASSEMBLY UNIT

Zakharova K.A, Lotenkova K.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Gil S.V. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ECG

Annotation. The method of creating a computer model of a solid-state assembly unit in three CAD application packages is experimentally investigated and analyzed: Autodesk Inventor, Solid Edge, Compass-3D; their distinctive features, advantages and disadvantages are revealed.

Keywords: Autodesk Inventor, Solid Edge, Compass-3D, CAD, computer model, assembly unit, solid modeling

ПРИМЕНЕНИЕ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ VBA (VISUAL BASIC APPLICATION) ПРИ РАБОТЕ С ДИНАМИЧЕСКИМИ БЛОКАМИ В СРЕДЕ AUTOCAD

Веремей Ф.Т., Гулякевич В.Г., Зыбко С.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Амельченко Н. П. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ИКГ

Аннотация. Цель работы – раскрыть особенности работы с блоками в среде *AutoCAD*. В статье выявлены методы и средства работы с динамическими блоками, способствующие повышению эффективности работы с чертежами. Показана возможность взаимосвязи между размерами, хранимыми в текстовом виде, и программой *AutoCAD*. Научная новизна работы заключается в оригинальном подходе к созданию чертежей в *AutoCAD* не через классическое использование инструментов интерфейса, а через редактор *Visual Basic* в виде кода на языке программирования *Visual Basic Application*. В результате были обнаружены новые методы и средства работы с блоками через строки кода и проведена демонстрация использования этих методов и средств на практике.

Ключевые слова: динамические блоки, редактор *Visual Basic*, среда *AutoCAD*

Введение. Знание языка *Visual Basic Application* будет полезно многим, кто работает в *AutoCAD* особенно с блоками по следующим причинам:

- Возможность связать приложение *AutoCAD* и текстовые файлы или другие приложение (*MatCAD*), содержащие списки размеры интересующих вас фигур.
- Возможность вставлять множество блоков с различными параметрами в ваш чертёж буквально в пару кликов.
- Решение проблемы точности вставки блока в ваш чертёж (можно вставить блок по нескольким точка или по указанным вами координатам)
- Сам по себе язык достаточно прост, однако необходимы знания английского языка.

Основная часть. Программа позволяет пользователю вставить неограниченное количество окружностей Радиусом, указанным в документе *Excel* как показано на рисунке 1.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with a single column of data. The column header is 'Диаметр' (Diameter) and the values range from 47 to 77 in increments of 1. The cells are highlighted in yellow. The spreadsheet is titled 'Радиусы' (Radii).

Диаметр	Диаметр
47	Диаметр 47
48	Диаметр 48
49	Диаметр 49
50	Диаметр 50
51	Диаметр 51
52	Диаметр 52
53	Диаметр 53
54	Диаметр 54
55	Диаметр 55
56	Диаметр 56
57	Диаметр 57
58	Диаметр 58
59	Диаметр 59
60	Диаметр 60
61	Диаметр 61
62	Диаметр 62
63	Диаметр 63
64	Диаметр 64
65	Диаметр 65
66	Диаметр 66
67	Диаметр 67
68	Диаметр 68
69	Диаметр 69
70	Диаметр 70
71	Диаметр 71
72	Диаметр 72
73	Диаметр 73
74	Диаметр 74
75	Диаметр 75
76	Диаметр 76
77	Диаметр 77
78	Диаметр 78

Рисунок 1– Исходные данные

В новых версиях *AutoCAD* изначально не установлен редактор *Visual Basic*, однако при нажатии на сочетание клавиш *Alt + F11* (или как показано на рисунке 2), в браузере по умолчанию откроется подробная инструкция по установке данного редактора [1].

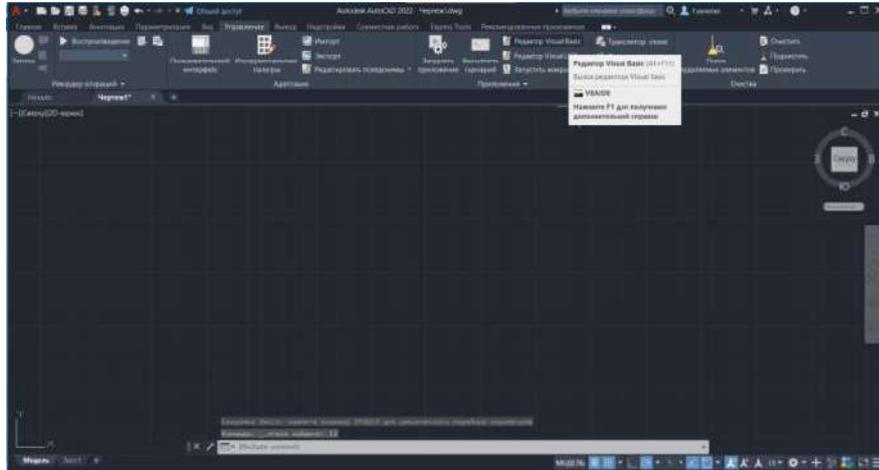


Рисунок 2 – Переход в редактор Visual Basic

После того, как установлен и открыт данный редактор, запускается компилятор - программа, которая будет выполнять записанный код, где можно увидеть разные объекты проекта или как в данном случае всего 1 - «*This Drawing*». После выбора объекта, откроется пустое окно, куда и нужно будет вводить код (рисунок 3).

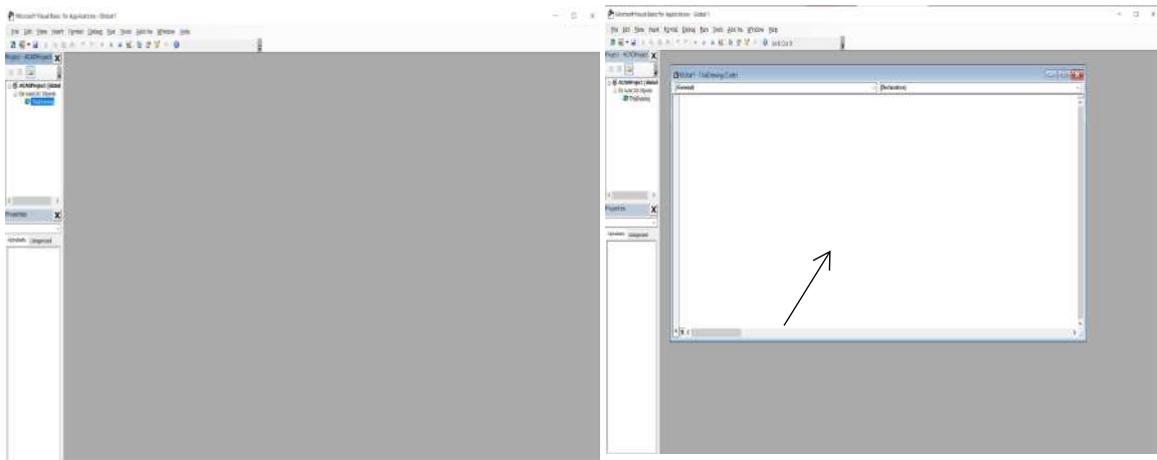


Рисунок 3 – Редактор Visual Basic

Данная программа позволяет пользователю вставить неограниченное количество окружностей радиусом, указанным в документе *Excel*.

Её реализация имеет следующие этапы:

- 1) Установка связи между *AutoCAD* и *Excel*:
 - а) выбор типа приложения (в данном случае *Excel*);
 - б) выбор *WorkBook* (это название файла, откуда будут браться исходные значения);
 - в) в случае с *Excel* необходимо выбрать *work sheet* (рабочий лист)
- 2) Создание прототипа блока в *AutoCAD* с указанием его названия, добавить параметр растяжение по диаметру.
- 3) Выделение оперативной памяти под этот блок в части кода (включает в себя инициализация присвоение значений трём переменным):
 - а) сам блок – переменная типа *AcadBlockReference* т.е., тот тип данных, который будет обращаться к самой системе *AutoCAD* за поиском прототипа блока, который был создан в пункте 2;

б) обращение к блоку *Visual Basic Application* будет по названию самого блока – переменная типа *String*, значение которой передаётся из названия блока, заданного в пункте 2;

в) точка вставки – переменная типа *VARIANT* (любая координата, указанная в рабочем пространстве *AutoCAD*);

г) при задании значения переменной «точка вставки», необходимо использовать рабочее пространство *ThisDrawing* и утилиту (встроенное программное обеспечение, облегчающее рабочий процесс) *GetPoint* (в начале ставится запятая, т.к. в данный момент отсутствует значение координаты точки вставки и текст, который будет сопровождать при выборе точки вставки);

д) далее, зная все необходимые параметры для вставки блока (точка вставки, название шаблона блока), задаём масштабы относительно различных осей и угол поворота, с которым будет вставлен блок.

4) Создание цикла, который укажет то количество блоков, которое будет вставлено. В данном случае это 101 окружность.

То есть, чтобы вставить блок с необходимыми размерами, сначала вставляется сам блок, а уже потом изменяется его динамический параметр.

Для этого необходимо:

1. Проверить, является ли блок динамическим;
2. Считать динамические свойства блока;
3. Создать условный массив, содержащий в себе все динамические свойства блока;

Следующим циклом *For* «проходимся» вдоль всего массива, и если обнаруживается свойство с названием «диам1» (в данном случае), изменяем его значение на то, которое хранится в указанном после оператора *Cells* пространстве (строка, столбец). Эти значения будут записаны в выбранном документе *Excel* в соответствующем столбце и строке. Однако эти данные хранятся в символьном виде, и никаких геометрических данных возможного блока не несёт, однако для решения этой проблемы необходимо лишь умножить на 1 [2, 3].

Результат работы будет выглядеть, таким образом, как показано на рисунке 4.

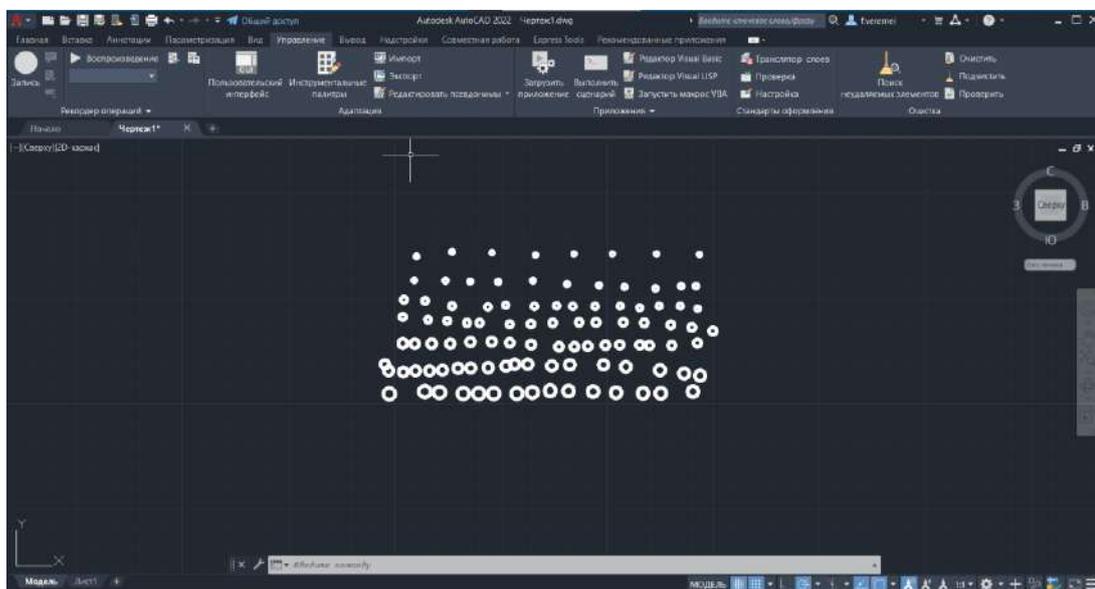


Рисунок 4 – Пример реализации программы в *AutoCAD*

Примером применения данной программы на практике может быть вставка окружностей в чертёж кронштейна «БФЛМ 420.00.01 – Кронштейн» (рисунок 5).

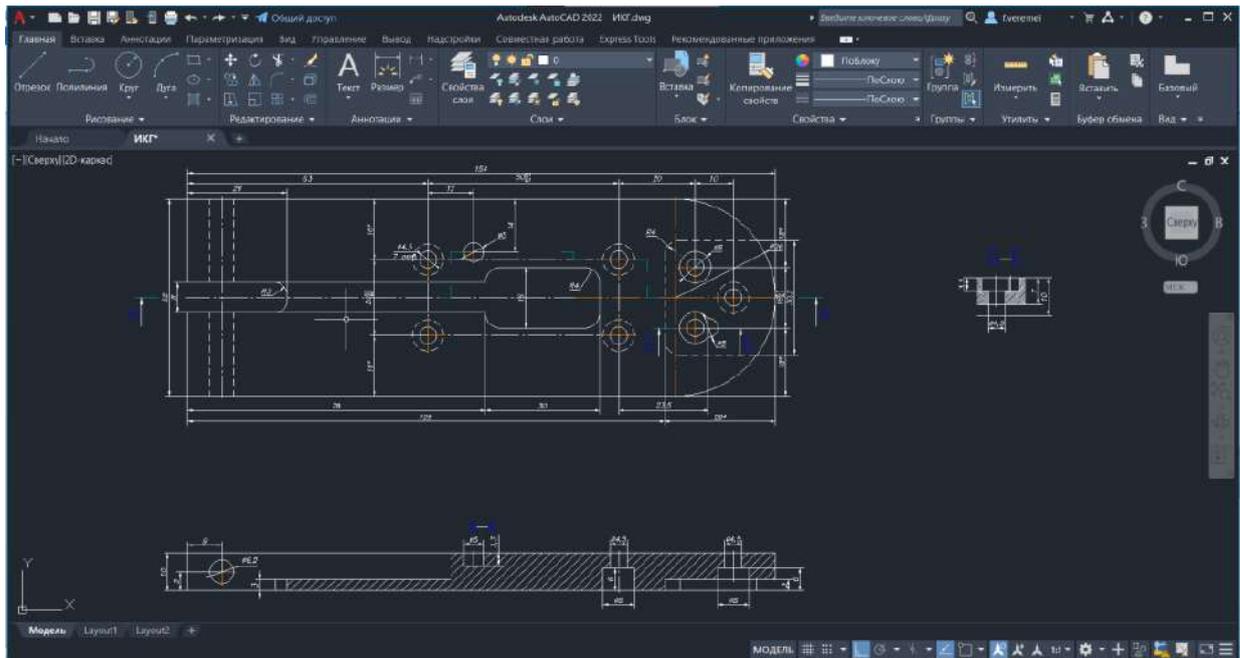


Рисунок 5 –Чертеж кронштейна «БФЛМ 420.00.01 – Кронштейн»

Заключение. Раскрыты некоторые особенности работы с блоками в среде *AutoCAD*. Выявлены методы и средства работы с динамическими блоками, способствующие повышению эффективности работы с чертежами. Показаны возможности взаимосвязи между размерами, хранимыми в текстовом виде и средой *AutoCAD*. Продемонстрировано практическое применение вышеперечисленных возможностей.

Список литературы

1. <https://www.pointcad.ru/novosti/prilozhenie-autocad-vba> - Статья на тему “Приложение *AutoCAD VBA* и особенности работы с ним”.
2. <https://www.youtube.com/watch?v=mEsneNGGacw> – Курс видео уроков на тему “Программирование *VBA*”.
3. <https://office-guru.ru/excel/samouchitel-po-excel-vba-453.html> - Самоучитель по программированию *VBA*.

UDC 004.924

APPLICATION OF THE PROGRAMMING LANGUAGE VBA (VISUAL BASIC APPLICATION) WHEN WORKING WITH DYNAMIC BLOCKS IN THE AUTOCAD ENVIRONMENT

Veremej P. T., Gulyakevich V. G., Zybko S.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Amelchenko N. P. - PhD, assistant professor, associate professor of the department of ECG

Annotation. The purpose of the work is to reveal the features of working with blocks in the *AutoCAD* environment. The article reveals methods and means of working with dynamic blocks, which contribute to improving the efficiency of working with drawings. The possibility of the relationship between the dimensions stored in text form and the *AutoCAD* program is shown. The scientific novelty of the work lies in the approach to creating drawings in *AutoCAD* not through the classic interface set, but through the Visual Basic editor in the form of code in the Visual Basic Application programming language. As a result, methods and tools for working with blocks through lines of code were discovered and a demonstration of the use of these methods in practice was made.

Keywords: dynamic blocks, Visual Basic editor, *AutoCAD* environment

МОУШН-ГРАФИКА В ПОВСЕДНЕВНОЙ ЖИЗНИ

Чичин И.И.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Амельченко Н. П. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ИКТ

Аннотация. В данной работе рассматриваются различные технологии моушн-дизайна, определяются понятия анимационной графики и приведены её функции, проведён анализ использования моушн-графики в различных областях медиа и её применения в жизни.

Ключевые слова: моушн-графика, моушн-дизайн, анимационная графика, анимационный дизайн

Введение. Анимационный дизайн известен под разными названиями - type in motion, motion graphics, кинетическая типографика, движущиеся буквы и так далее. То, что описывают названия, – это экран компьютера или фильма, заполненный шрифтами, которые перемещаются, формами букв, которые изменяются, или словами, которые появляются и исчезают в такт музыке. На безмолвной стороне есть определенные последовательности слов, которые рассказывают историю, дают инструкции или раскрывают стихотворение в тишине [1, с. 45].

Преимущественное отличие моушн-дизайна от традиционного графического дизайна состоит в том, что он работает с динамическими изображениями – анимационной графикой и анимационной коммуникативной графикой. Тем самым процесс коммуникации становится более живым и доступным для восприятия. Разделим эти понятия с целью уточнения функции последнего.

Анимационная коммуникативная графика – это визуализация движения графического элемента в композиции кадра или сцены средствами компьютерной анимации на основе статичных изображений, для передачи сложных по содержанию сообщений в максимально краткой и доступной для восприятия форме.

Анимационная графика или графика движения – более широкое понятие совокупности композиционных средств, приемов и компьютерных технологий создания иллюзии движения в кадре [2].

Основная часть. С появлением пандемии коронавируса (COVID-19) произошли значительные изменения в образовательной сфере. Экстренный переход учебных заведений на дистанционное онлайн-обучение повлек за собой проблемы, связанные с недостаточным уровнем подготовки материально технической базы, методического обеспечения, а также самих педагогов и обучающихся к работе в сложившихся условиях.

Вместе с очевидными проблемами новый формат обучения сделал доступным широкий спектр технических возможностей и перспектив в области визуальных коммуникаций, где моушн-дизайн становится наиболее актуальным. Анализируя текущие тренды в обучении заметно преобладание компьютерных средств визуализации над классическими (объяснение у доски), в которых анимационная графика является, безусловно, наиболее эффективным средством визуализации и демонстрации сложных пространственных моделей и наглядного донесения различного рода учебной информации [3].

Помимо этого, область применения становится всё шире, например:

1. Телевидение. Заставки, титры, субтитры, оформление программ.
2. Киноиндустрия. Опенинги, титры, заставки, производство трейлеров и тизеров.
3. Маркетинг. Реклама на телевидении и в интернете, нативная реклама в виде анимационной инфографики.
4. Медиа. Новостные, развлекательные, обучающие порталы часто используют моушн-дизайн для создания коротких привлекательных роликов.

5. Бизнес. Презентационные ролики и инфографика для сайтов, конференций, представления продуктов.

6. Образование. Образовательные проекты, основанные на моушн-дизайне, – *YouTube*-каналы *Kurzgesagt – In a Nutshell* и *Peekaboo Kidz*.

7. Индустрия развлечений и программного обеспечения. Игры, развлекательные видеопроекты, стриминговые сервисы, *UI*-дизайн [4].

Сегодня, различные формы анимационной графики широко применяются в привычных и повседневных вещах. Например, в автомобилестроении, в интерфейсах смартфонов и умных часов, в организации архитектурной среды и системах навигации. Существуют три основных типа анимационной графики: трёхмерная анимационная графика (*3D*), двумерная анимационная графика (*2D*), комбинированная. В процессе анализа областей применения технологий моушн-дизайна можно выделить некоторые основные функции:

1. Презентационная. Торговая презентация, презентация проектов и идей, корпоративная презентация, реклама, PR-компании, социальные проекты. Моушн-дизайн на сегодняшний день является одним из наиболее эффективных инструментов для создания презентаций и рекламы (рисунок 1).



Рисунок 1 – Презентация смартфона *HONOR Magic4 Pro* с использованием анимационной графики

2. Навигационная. Сюда входят: интерфейсы (рисунок 2), веб-сайты, видео, компьютерные игры. Данная группа функций является, пожалуй, наиболее синтетической в плане применения технических средств в различных областях дизайна и инжиниринга. Это различного рода стрелки, указатели, типографические элементы сцены и т.д.



Рисунок 2 – Панель приборов *Tesla Model S*

3. Проектная. Визуализация сложных технических процессов и виртуальные модели при проектировании различных изделий, материалов и сред могут также использовать технологии, которые применяются при создании анимационной графики. Так, например, благодаря технологиям физической анимации стало возможным моделировать физически правдоподобные ситуации поведения сред, объектов и материалов в интерактивном режиме.

4. Образовательная. Анализ современных тенденций показывает, что технологии моушн-дизайна занимают особое место, являясь, бесспорно, наиболее эффективным средством демонстрации сложных пространственных моделей и визуализации информации.

5. Культурная. Сегодня диапазон применения технических средств и решений моушн-дизайна для различных сфер визуальной культуры человека обширен: создание заставок и

спецэффектов для кинематографа, различные музейные инсталляции и арт-объекты, сопровождение культурных мероприятий [2].

Так чем же моушн-дизайн лучше остальных? Во-первых, он эмоционально увлекателен. Моушн дизайн влияет на наши эмоции – на самом деле это биологическая реакция. Благодаря феномену эмоционального заражения, мы сопереживаем и отражаем эмоции переживаний, которые мы видим изображенными на экране. Во-вторых, моушн-дизайн доносит только самую суть, делая информацию легкой для понимания. Анимационная графика использует сразу три канала информации: изображение, текст и звук, и зритель лучше усваивает данные. На самом деле визуальная обработка происходит практически мгновенно. Вот почему многие вещи легче понять, если вы можете их «увидеть». В-третьих, моушн-дизайн – это пассивный опыт. Зрителям не нужно читать, изучать данные или прилагать много умственной энергии. Они просто должны нажать кнопку воспроизведения и сидеть сложа руки. Огромным преимуществом является, что большая часть моушн дизайна длится от 30 секунд до 3 минут. То, что можно было бы объяснить в статье из 1500 слов, можно показать за минуту [5].

Современный моушн-дизайн обычно включает в себя любой из нескольких компьютеризированных инструментов и процессов. На данный момент самыми популярными программами являются *Adobe After Effects*, *Apple Inc. Motion*, которая является частью *Final Cut Studio*, *Maxon Cinema 4D*, а также *Adobe Flash* и *Houdini* [6].

Заключение. Таким образом моушн-графика – это визуальное оформление, которое оживляет неподвижное изображение, иногда включающее аудио, закадровый голос или звуковые эффекты. При этом коммуницирование человека с таким видом динамики наиболее эффективно, так как мозг человека обрабатывает и усваивает визуальную информацию практически мгновенно, поэтому основным языком анимации, основным средством передачи информации является движение.

Список литературы

1. R. Brian Stone *The Theory and Practice of Motion Design: Critical Perspectives and Professional Practice* / R. Brian Stone, Leah Wahlin. - New York : Routledge, 2018. - 352 p. - ISBN 9781351034524
2. Сергин, Р.П. Моушн-дизайн в проектировании и презентации товаров народного потребления / Р.П. Сергин // *Современные инженерные проблемы в производстве товаров народного потребления; Современные задачи инженерных наук : материалы Международной науч.-практ. конф., Москва, 20-21 октября 2021 г. / Рос. гос. ун-т им. А.Н. Косыгина ; редкол.: Белгородский В.С. [и др.]*. – Москва, 2021. – с. 297-302.
3. Сергин, Р.П. Опыт применения моушн-дизайна в образовательном процессе / Р.П. Сергин // *Декоративное искусство и предметно-пространственная среда. Вестник МГХПА*. – 2020 г. - № 4-2. – с. 343-351.
4. Михалевская, П.К. Анимационный дизайн / П.К. Михалевская // *Концепции фундаментальных и прикладных научных исследований : материалы Международной науч.-практ. конф., Оренбург, 20 мая 2018 г. / ООО «Аэтерна» (Уфа); редкол.: Сукиасян А.А. [и др.]*. – Оренбург, 2018 г. – с. 180-183
5. 5 причин, по которым моушн дизайн помогает вам общаться с людьми [Электронный ресурс] / *Новостной блог Хабр*. – Режим доступа : <https://habr.com/ru/post/486862>. – Дата доступа : 26.03.2022
6. Анимационный дизайн [Электронный ресурс] / *Википедия. Свободная энциклопедия*. – Режим доступа : https://ru.wikipedia.org/wiki/Анимационный_дизайн. – Дата доступа : 25.03.2022.

UDC 004.928

MOTION GRAPHICS IN EVERYDAY LIFE

Chichin I.I.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Amelchenko N.P. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ECG

Annotation. This paper examines various motion design technologies, defines the concepts of animation graphics and its functions, analyzes the use of motion graphics in various fields of media and its application in life.

Keywords: motion graphics, motion design, animation graphics, animation design

УДК 004.925.83

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ В ГРАФИЧЕСКИХ РЕДАКТОРАХ КОМПАС-ГРАФИК И AUTOCAD

Павлович Ю.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Амельченко Н. П. — канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ИКГ

Аннотация. Проведено сравнение эффективности моделирования в графических редакторах Компас-График и *AutoCAD*, были установлены плюсы и минусы построения 3D-моделей в приведённых выше редакторах.

Ключевые слова: 3D-моделирование, Компас-График, *AutoCAD*

Введение. Сегодня трудно представить наш предметный мир без 3D-моделирования, создаются макеты сложнейших изделий в различных графических редакторах, чтобы в дальнейшем воплотить их в реальности. В настоящее время известно много графических редакторов 3D-графики таких как: *AutoCAD*, *3Ds Max*, *Autodesk Inventor*, Компас-График, *Fusion 360* и др., но в данной работе изложен результат сравнения двух графических редакторов: *AutoCAD* и Компас-График. Компас-График известен своей простотой и наглядностью, т.к. большая часть функций вынесена на верхнюю панель. *AutoCAD* же зарекомендовал себя как программа более профессионального уровня с тёмной темой, что способствует уменьшению нагрузки на глаза при работе и возможностью создания шаблонов для более быстрой работы. Обе программы подходят для моделирования на самом высоком уровне, но что эффективнее? Для определения более эффективной программы были выбраны следующие критерии: скорость построения простой модели и редактирование модели, и на основании этих критериев определены плюсы и минусы в моделировании обоих редакторов.

Основная часть. На эффективность моделирования влияет скорость построения базовых 3D-тел, таких как ящик, цилиндр, куб, конус, клин, пирамида, шар. Эта функция реализована в *AutoCAD* в виде набора инструментов, как показано на рисунке 1, что позволяет быстро построить базовые твердотельные примитивы для их последующего редактирования [1].

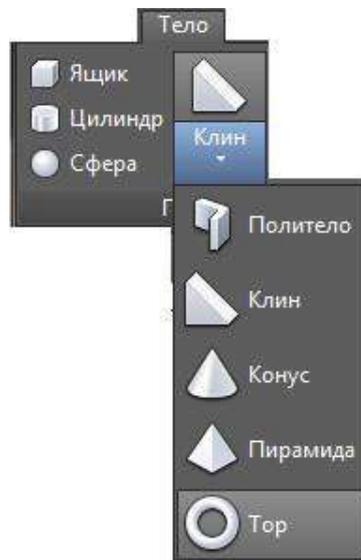


Рисунок 1 – Базовые инструменты создания 3D-тел в *AutoCAD*

С использованием инструмента «Ящик» создана простая 3D-модель, как показано на рисунке 2.

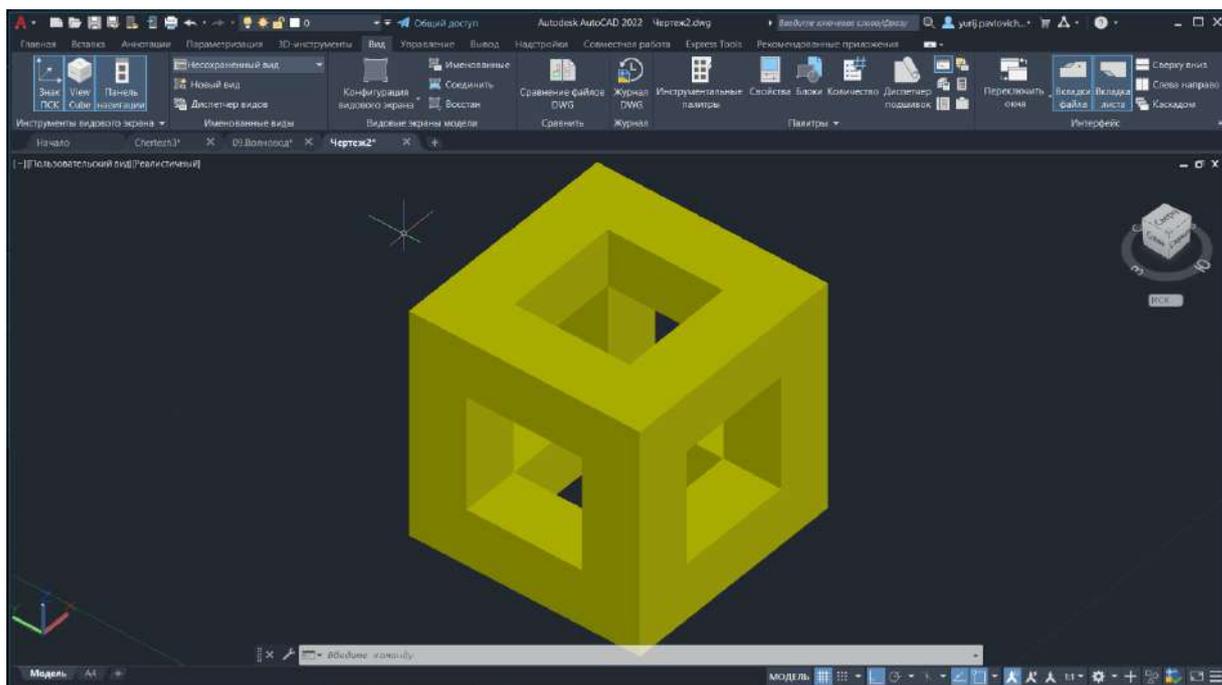


Рисунок 2 – Созданная 3D-модель в AutoCAD

Построение 3D-модели в Компас-График принципиально отличается. Вначале в выбранной системе координат задают плоскость, на которой будут чертить, а затем создают эскиз – основу детали. Операциями выдавливания или вращения получают объемную заготовку детали. На рисунке 3 представлена созданная 3D-модель в Компас-График [2].

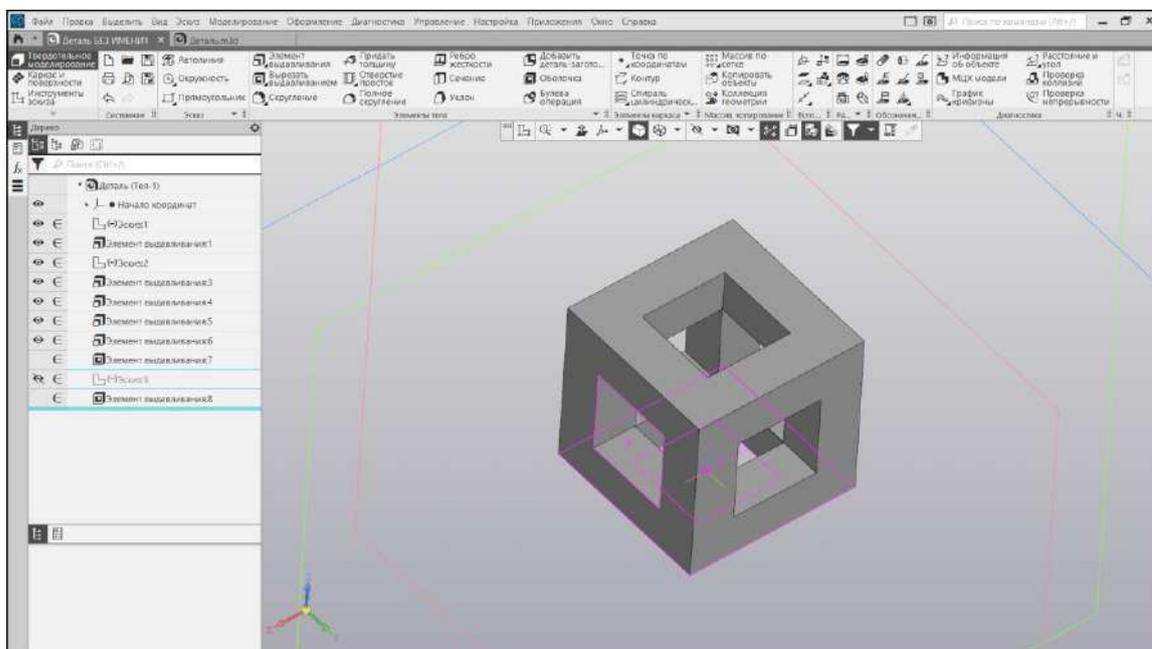


Рисунок 3 - Созданная 3D-модель в Компас-График

Наличие дерева построений модели (рисунок 4) помогает следить за хронологией действий и в случае необходимости вносить изменения в проект.

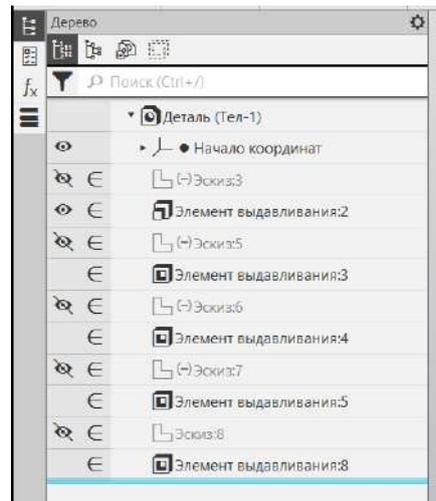


Рисунок 4 - Дерево построений модели

На основании опыта построения простых 3D-моделей в *AutoCAD* можно сделать следующие выводы по достоинствам системы: темная тема экрана, все изменения в чертеже сразу отражаются на 3D-модели, возможность менять цвет модели в зависимости от слоя (стены, размеры и т.д.), использование шаблонов. В качестве недостатков следует отметить достаточный сложный интерфейс для новичков, так как многие функции находятся во вкладках и начинающему пользователю затруднительно сразу найти необходимые инструменты.

Что касается Компас-График, то к достоинствам системы можно отнести следующее: в меню расположено больше функций, чем в *AutoCAD*, при внесении изменений в модель можно видеть её изменения до принятия их к модели, наличие дерева построений, ну и конечно же, цена на лицензионную версию. А из основных недостатков можно отметить отсутствие персонализации цветов пространства моделирования.

Заключение. Следует отметить, что у каждого редактора есть свои плюсы и минусы. Компас-График, на наш взгляд, является программой преимущественно для начального изучения 3D-моделирования, благодаря своей простоте и наглядности интерфейса. Если говорить об *AutoCAD*, то данная программа больше подходит для продвинутых пользователей. Основным критерием выбора той или иной системы является те задачи, которые необходимо реализовать.

Список литературы

1. Wikipedia [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/AutoCAD>
2. Wikipedia [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Компас_\(САПР\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Компас_(САПР))

UDC 004.925.83

COMPARISON OF 3D-MODELING EFFICIENCY IN COMPASS-GRAPH AND AUTOCAD GRAPHICS EDITORS

Pavlovich Y.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Amelchenko N. P. - PhD, assistant professor, associate professor of the department of ECG

Annotation. The graphic editors Compass-Graph and AutoCAD were compared, the pros and cons of 3D-modeling were established in the editors above.

Keywords: 3D-Modeling, Compass Graph, AutoCAD

ПОСТРОЕНИЕ ДИАГРАММ В ПРОГРАММЕ VISIO ПАКЕТА MICROSOFT OFFICE

Блинова М.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Рожнова Н.Г. - старший преподаватель кафедры ИКТ

Аннотация. Цель исследования – выявить ключевые различия, а также определить сходства в построении диаграмм с использованием программ *Visio* и *Excel* пакета *Microsoft Office*. Оценить возможности программ и выявить наиболее удобную для работы с диаграммами.

Ключевые слова: диаграмма, *Visio*, *Excel*

Введение. Диаграмма – графическое представление данных линейными отрезками или геометрическими фигурами, позволяющее быстро оценить соотношение нескольких величин. Представляет собой геометрическое символическое изображение информации с применением различных приёмов техники визуализации [1].

Основная часть. Ниже мы рассмотрим две программы с помощью которых мы построим диаграммы (рассматривать построение диаграмм в программах *Visio* и *Excel* пакета *Microsoft Office* мы будем на примере гистограммы), а после сравним полученный результат. Сегодня мы познакомимся с такой программой как *Microsoft Visio*. Большинство пользователей, даже если и слышали о ней, вряд ли работали с этой программой.

Microsoft Visio – это векторный графический редактор, редактор диаграмм и блок-схем для *Windows*. Выпускается в трёх редакциях: *Standard*, *Professional* и *Pro for Office 365*. Первоначально *Visio* разрабатывался и выпускался компанией *Shapeware*, затем переименованной в *Visio Corporation*. *Microsoft* приобрела компанию в 2000 году, тогда продукт назывался *Visio 2000*. После этого к названию продукта был добавлен префикс *Microsoft Office* [2].

Вторая программа – *Microsoft Excel* - хорошо известна каждому. *Microsoft Excel* (также иногда называется *Microsoft Office Excel*) - программа для работы с электронными таблицами, созданная корпорацией *Microsoft* для *Microsoft Windows*, *Windows NT* и *Mac OS*, а также *Android*, *iOS* и *Windows Phone* [3].

Создание диаграмм в *Microsoft Visio*. Для того чтобы создать диаграмму в *Visio*:

– в меню Файл выберите пункт Создать. Выберите Категории, а затем бизнес. Затем щелкните Диаграммы и графики или Маркетинговые диаграммы и диаграммы.

– из ряда фигур диаграмм перетащите нужный вам вид диаграммы на страницу, а затем определите данные фигуры.

Дополнительно в *Visio* можно определить любой понравившийся цвет ячеек, добавить подписи и многое другое. На рисунке 1 представлена рабочая область программы.

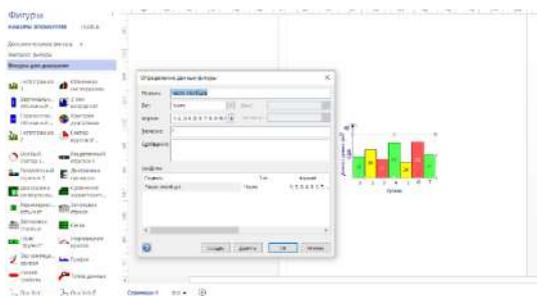


Рисунок 1 – Создание диаграммы в Visio

Создание диаграмм в *Microsoft Excel*. На рисунке 2 представлена рабочая область программы *Microsoft Excel*.

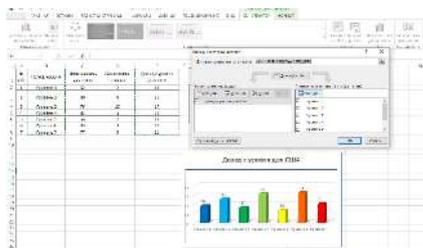


Рисунок 2 – Создание диаграмм в *Excel*

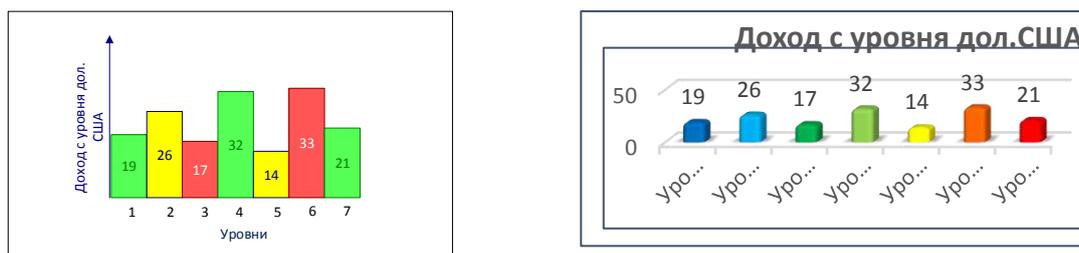


Рисунок 3 – Гистограммы, построенные в *Visio* и в *Excel*

На рисунке 3 представлены готовые диаграммы. Одна из основных функций *Excel* – создание диаграмм и, соответственно, возможностей для работы с ними в *Excel* больше, чем в *Visio*. Но, *Visio*, предоставляет похожий функционал, реализуемый другими методами, что может быть полезно и более удобно при выполнении определённого спектра задач.

Заключение. В изучении курса основ компьютерной графики (ОКГ) мы знакомимся с новыми программами, как графическими пакетами (*CorelDRAW*), так и конструкторскими пакетами (*Autodesk Inventor*). Одной из программ курса ОКГ является *Visio*. *Visio* – это программа векторной графики для создания различных схем и планов.

Список литературы

1. Большой энциклопедический словарь / Гл. ред. А. М. Прохоров. – 1-е изд. – М.: Большая российская энциклопедия, 1991. – ISBN 5-85270-160-2
2. Chris Roth. *Visio's Technical Evangelist*
3. Создание круговой диаграммы в *Visio*. *Visio Plan 2 Microsoft Visio профессиональный 2021*.

UDC 004.92

CHARTING IN MICROSOFT OFFICE VISIO PROGRAM

Blinova M.V.

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Minsk, Republic of Belarus*

Rozhnova N.G. – senior lecturer of the department of ECG

Annotation. The purpose of the study is to identify key differences, identify similarities in the construction of diagrams using *Visio* and *Excel* programs of the Microsoft Office suite. Evaluate the capabilities of programs and identify the most convenient for working with diagrams.

Keywords: diagram, *Visio*, *Excel*

РАЗРАБОТКА СРЕДСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЕТАЛИ «ВАЛ» И ИНСТРУМЕНТА В ВИДЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ САПР

Кузьмина В.Д.

*Брянский государственный технический университет,
г. Брянск, Российская Федерация*

*Научные руководители: Левый Д.В. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ТТС,
Лакалина Н.Ю. – доцент кафедры ТТС*

Аннотация. Описана разработка средства автоматизированного проектирования детали «Вал» и инструмента в виде параметризованной 3D-модели с последующим созданием ассоциативного чертежа специального комбинированного сверла. Использование параметризованных моделей специальных режущих инструментов позволяет ускорить процесс их проектирования и модернизации для конкретных условий обработки, необходимых обрабатываемых поверхностей деталей машиностроения.

Ключевые слова: 3D-моделирование, автоматизированное проектирование, САПР, комбинированный режущий инструмент

Введение. В настоящее время одним из основных направлений научно-технического прогресса является автоматизация проектирования. Только с использованием систем автоматизированного проектирования можно обеспечить выполнение возрастающего объема проектно-конструкторских работ при ограниченных людских и материальных ресурсах в приемлемые сроки. При неавтоматизированном проектировании используются методы, основанные на инженерном опыте и интуиции. С ростом сложности проектируемых объектов значительно возрастают сроки и стоимость проектирования, поэтому появилась необходимость привлечения вычислительной техники для решения инженерных задач. Однако первоначальное применение ЭВМ в этих целях требовало от пользователя непосредственного участия в разработке трудоемких этапов математической постановки задачи, выбора метода ее решения, алгоритмизации, программирования и отладки. Существующие в настоящее время системы автоматизированного проектирования позволяют во многих случаях выполнить почти все эти этапы с помощью заранее подготовленного программного обеспечения, рассчитанного на многократное применение [1].

В данной статье автором описана разработка средства автоматизированного проектирования детали «Вал» и инструмента в виде приложения для САПР.

Основная часть. Для технологического процесса изготовления детали «Вал» (черт. ТЭМ2.85.10.240) необходимо было спроектировать конструкцию сложного комбинированного инструмента – сверла для обработки ступенчатого отверстия на торце вала (рисунок 1). Для чего была построена 3D-модель детали «Вал».

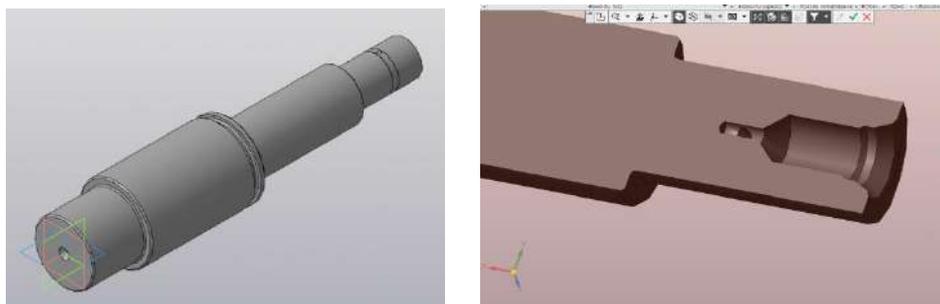


Рисунок 1 – 3D-модель детали «Вал» и ее разрез в месте расположения ступенчатого отверстия

Обычно проектирование режущего инструмента с использованием САПР выполняется в следующей последовательности:

- выбирается требуемый инструмент из базы данных;
- просматриваются параметризованные чертежи инструмента;
- для заданных условий работы в диалоговом режиме определяются размеры и конструктивные особенности режущего инструмента.

В случае специального режущего инструмента данная последовательность действий не может быть выполнена в связи с отсутствием требуемой конструкции инструмента в базах данных. В связи с этим было решено разработать параметризованную модель специального комбинированного сверла. Конструктор в случае параметрического проектирования создаёт модель объектов с параметрами, при изменении которых происходят изменения конфигурации детали.

Сложности при моделировании вызывает наличие винтовой стружечной канавки [2]. Геометрические параметры стружечной канавки должны обеспечить:

- рациональные углы резания за счет оптимального расположения передней и задней поверхностей зуба;
- свободное размещение стружки;
- необходимую прочность режущего зуба.

Графические методы профилирования в настоящее время распространены меньше из-за использования при расчетах компьютерной техники, что повышает скорость и точность вычислений при использовании аналитических методов расчета инструмента (рисунок 2).

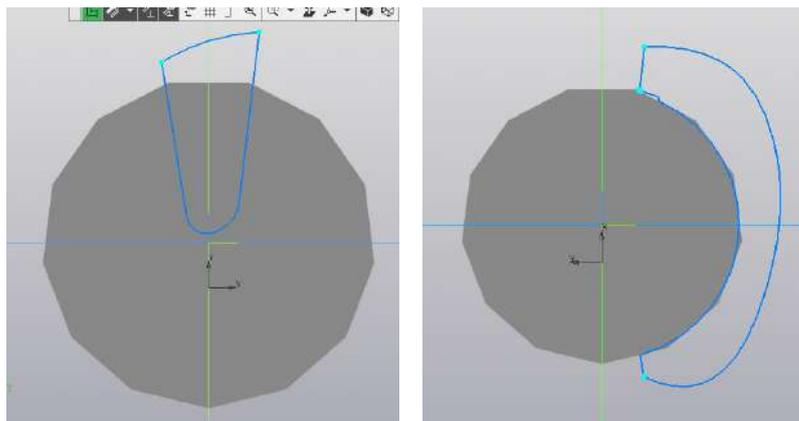


Рисунок 2 – Эскиз стружечной канавки и ленточки на сверле

На базе спроектированных сечений создается объемная геометрическая модель рабочей части инструмента (рисунок 3). Дальнейшее моделирование инструмента трудностей не вызывает. В итоге получаем 3D-модель спроектированного специального комбинированного сверла для обработки ступенчатого отверстия детали «Вал» [3]. Далее производим параметризацию полученной 3D-модели инструмента [4]. Для этого используем табличный тип параметризации, который заключается в создании таблицы параметров типовых поверхностей. Создание нового экземпляра детали производится путём выбора из таблицы размеров отдельных параметров.

Последним этапом проектирования инструмента является создание рабочего чертежа инструмента. Чертеж создается по объемной геометрической параметризованной модели инструмента и может быть создан двумя способами [5].

Объемная модель проецируется на три плоскости. Полученные проекции потом сохраняются, как плоские модели, из которых затем компоуется чертеж и проставляются размеры. Размеры проставляются на объемной модели, которая затем изображается в четырех видах (один вид - изометрия) с помощью редактора 3D-моделей. На конечном этапе все виды сохраняются как плоский чертеж.

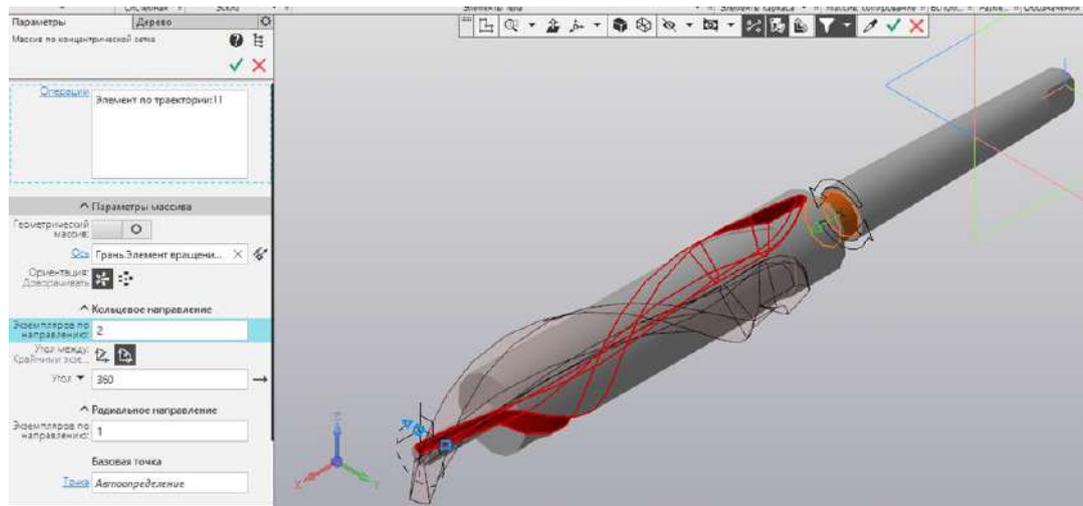


Рисунок 3 – Построение стружечной канавки и ленточки на сверле

Заключение. Режущий инструмент в производстве деталей машиностроения является ключевым элементом в сложной системе технологических машин, включающих в свой состав металлорежущие станки и другие виды технологического оборудования, а также целые системы режущего и вспомогательного инструмента. Применение системы 3D-моделирования позволяет не только сократить время на проектирование инструмента и получить его пространственное представление для дальнейшего анализа, но и производить прочностные расчеты на основе метода конечных элементов и делать еще многое другое, недоступное ранее. Это позволяет выйти конструктору на новый, более высокий уровень проектирования.

Список литературы

1. Автоматизированное проектирование инструментов и инструментальной оснастки : методические указания к контрольным работам / сост. В. В. Демидов. Ульяновск : УлГТУ, 2015. – 40 с.
2. Обработка металлов резанием : справ. технолога / под ред. А. А. Панова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 2004. - 784 с. - ISBN 5-94275-049-1.
3. Автоматизация проектирования спиральных сверл в системе КОМПАС: [Электронный ресурс]. URL: <https://sapr.ru/article/23580>.
4. Бочков, А.Л. Трехмерное моделирование в системе Компас-3D (практическое руководство) – СПб: СПбГУ ИТМО, 2007.: [Электронный ресурс]. URL: https://edu.ascon.ru/source/files/methods/kompas3d_itmo.pdf. (Дата обращения 29.03.2022).
5. Основы проектирования в КОМПАС-3D V16: [Электронный ресурс]. URL: <https://pt.b-ok.com/book/2948101/811a78>.

UDC 621.9:004

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED CONTROL TOOL DESIGNING THE "SHAFT" PART AND THE TOOL IN THE FORM OF A CAD APPLICATION

Kuzmina V.D.

Bryansk State Technical University, Bryansk, Russian Federation

*Levy D.V. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of DGandG;
Lakalina N.Yu. - associate professor of the department of DGandG*

Annotation. The development of a computer-aided design tool for the "Shaft" part and a tool in the form of a parameterized 3D-model is described, followed by the creation of an associative drawing of a special combined drill. The use of parameterized models of special cutting tools makes it possible to accelerate the process of their design and modernization for specific processing conditions, the necessary machined surfaces of machine-building parts.

Keywords: 3D-modeling, computer-aided design, CAD, combined cutting tool

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ЗАДАЧ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ СПОСОБОМ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ МЕСТ

Карасева Е.В.

*Брянский государственный технический университет,
г. Брянск, Российская Федерация*

Научный руководитель: Левая М.Н. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ТТС

Аннотация. В данной работе рассмотрен общий алгоритм решения комплексных задач начертательной геометрии способом пересечения геометрических мест, а также приведены соответствующие примеры, позволяющие студентам наилучшим образом разобраться в особенностях данной дисциплины.

Ключевые слова: анализ решения, алгоритм, комплексные задачи

Введение. Начертательная геометрия является одной из основополагающих дисциплин для студентов технических направлений в специализированных высших учебных заведениях. Она считается теоретической основой построения чертежей в виде графических моделей конкретных машиностроительных объектов. Данная дисциплина способствует развитию пространственного, логического конструктивно-геометрического мышления и представления, позволяет развить способность к анализу и синтезу сложных форм. Основная задача начертательной геометрии представляет собой изучение визуально-образного геометрического языка и технологии его реализации.

В данной статье автором приводится алгоритм решения задач начертательной геометрии способом пересечения геометрических мест, позволяющий правильно выполнить поставленное задание. Далее показаны примеры, объясняющие последовательность, в соответствии с которой осуществляется решение приведенной задачи.

Основная часть. Многие комплексные задачи удобно решать способом пересечения геометрических мест (множеств).

Алгоритм решения этих задач состоит в следующем:

1. Требование задачи разделяют на отдельные части – отдельные искомые условия.
2. Выясняют, какие фигуры (Φ , Φ' , Φ'' , ...) являются геометрическим местом (множеством) точек или линий, отвечающих каждому отдельному условию общего требования задачи.

3. Строят на чертеже эти фигуры — геометрические места Φ , Φ' , Φ'' .

4. Находят результат пересечения геометрических мест Φ , Φ' , Φ'' : $\alpha(A) = \Phi \cap \Phi' \cap \Phi'' \dots$

Полученный результат $\alpha(A)$ отвечает всем требованиям задачи и поэтому является искомым [1].

Пример 1. На прямой m найти точку K , равноудаленную от двух заданных точек A и B (Рисунок 1). Решение (Рисунок 2):

Задачу решаем способом пересечения геометрических множеств:

1. Искомая точка K должна отвечать двум условиям: а) $K \in m$; б) точка K должна быть равноудалена от двух заданных точек A и B .

2. Геометрическим местом точек, отвечающих условию б) является плоскость Φ , проходящая через середину отрезка $|AB|$ – точку C и перпендикулярная к нему.

3. Строим на чертеже плоскость $\Phi = (h \cap f)$; $h^1 \perp A^1B^1$; $f^2 \perp A^2B^2$.

4. Находим точку пересечения прямой m с плоскостью Φ ; $K = m \cap \Phi$ – используем для этого плоскость-посредник T ; $T \in m$; $T \perp \Pi_1$.

3. Строим на чертеже коническую поверхность Φ и плоскость Φ' ($\Phi' \perp \Pi^2$).

4. Находим результат пересечения конической поверхности Φ с плоскостью Φ' ; $\Phi \cap \Phi' = AB (AB')$; искомые прямые AB и AB' являются образующими конической поверхности Φ .

Анализ решения задачи. Обозначим угол, который образует прямая A^2B^2 с осью x , буквой β . Если угол $\beta >$ угла α , задача имеет два решения; если угол $\beta =$ углу α , задача имеет одно решение; если угол $\beta <$ угла α , решений нет.

Задачу можно решить и иначе. Например, искомую прямую можно рассматривать как образующую конической поверхности вращения Φ с осью i и вершиной A , проходящую через ее точку $B (B \in \Phi)$.

Зная B_2 , находим $B^1 (B^{1'})$ по принадлежности точки B параллели g конической поверхности Φ . После этого строим прямую $AB = \{A; B\}$. При таком ходе рассуждений мы не используем способ пересечения геометрических мест.

Заключение. Таким образом, можно сделать следующий вывод: общий алгоритм способа пересечения геометрических мест является основой решения многих комплексных задач начертательной геометрии [2].

Список литературы

1. Начертательная геометрия / Павлова А. А. // Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. М: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1999. – 304 с.: ил. – стр. 250-253.
2. Начертательная геометрия: Сборник задач / Герасимов В.А., Эманов С.Л. – Брянск: БГТУ, 2017. – 152 с.

UDC 514.182

EXAMPLES OF SOLVING COMPLEX PROBLEMS OF DESCRIPTIVE GEOMETRY BY THE METHOD OF INTERCEPTING GEOMETRIC PLACES

Karaseva E.V.

Bryansk State Technical University, Bryansk, Russian Federation

Levaya M.N. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of DGandG

Annotation. This article discusses a general algorithm for solving complex problems of descriptive geometry. It also provides relevant examples that allow students to best understand the features of this discipline.

Keywords: solution analysis, algorithm, complex problems

ИЗ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В РОССИИ

Титов Д.С.

*Брянский государственный технический университет,
г. Брянск, Российская Федерация*

Научный руководитель: Басс Н.В. – канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры ТТС

Аннотация. Рассмотрены основные этапы становления и развития аксонометрических изображений в России от зарождения до появления теоретических положений. Показано определяющее значение вклада российских ученых в формирование теории инженерно-технической практики аксонометрических проекций.

Ключевые слова: наглядные изображения, история развития, аксонометрия, проекции, метод проецирования

Введение. Аксонометрия является одним из прикладных методов начертательной геометрии – науки, которая составляет основу инженерно-технического образования. На сегодняшний день аксонометрия еще и один из методов геометрического моделирования в системах автоматизированного проектирования (САПР), позволяет создавать сложные модели производственных изделий, объектов, сооружений и др.

Аксонометрические проекции позволяют пояснить конструктивное устройство частей изделий, технологические процессы обработки, сборки, сварки монтажа. Владение приемами быстрого и четкого выполнения аксонометрических изображений играет значительную роль в проектной и конструкторской деятельности в ходе поиска оригинальных решений объекта проектирования [1].

Рассмотрим вклад российских ученых в становление и развитие аксонометрических проекций, которые выступают связующим звеном между реальным объектом и его ортогональным чертежом.

Основная часть. Графические изображения, предшествовавшие возникновению теоретически обоснованных правильных аксонометрических чертежей, появились в глубокой древности. Так называемые до аксонометрические рисунки использовались для передачи глубины пространства на плоскости. Из искусства Древнего Египта этот прием постепенно переходит в искусство государств Месопотамии, древних греков и римлян, Европы и Древней Руси. Он применяется наряду с другими способами изображения [4].

Элементарные приемы аксонометрии использовались в нашей стране еще в XV столетии (картины Андрея Рублева, Дионисия). В иконописи и летописях XVI-XVII в.в. для изображения технических средств использовались приемы условной аксонометрии, а также практической аксонометрии в работах изобретателей, ученых и инженеров XVIII-XIX в.в. С.Е. Ремезова, А.К. Нартова, М.В. Ломоносова, И.И. Ползунова, К.Д. Фролова и др. [4] Изображения данного периода времени показывают, что выбор картинной плоскости был произвольным, не всегда удачным, на одном изображении применялись и перспективные, и аксонометрические построения.

Профессор Я.А. Севастьянов – основоположник школы начертательной геометрии в России – в своих трудах «Основы начертательной геометрии» (1821 г.) и «Приложение начертательной геометрии к воздушной перспективе, к проекции карт и гномонике» (1831 г.) впервые применил для наглядности изображения близкие к аксонометрическим [4].

Начало теории аксонометрии в России положило сочинение инженера-полковника А.Х. Редера (профессора Петербургского института инженеров путей сообщения). В 1855 году он публикует работу «Об изометрической проекции», где излагает правила и способы изометрических проекций технических объектов.

Дальнейшему развитию теории и инженерно-технической практики аксонометрии способствовали изыскания профессора В.И. Курдюмова, стремившегося к совершенствованию применяемых на практике методов изображения, учитывая реальные условия производства.

В.И. Курдюмов в 1892 году представляет свое сочинение, где дает современное определение параллельной аксонометрии, а также доказывает, что две аксонометрические проекции геометрической фигуры (основная и вторичная) вместе с аксонометрическими осями однозначно определяют ее положение в пространстве [4].

В.И. Курдюмов разделил аксонометрические проекции на группы и предложил их классификацию. В своей работе он предлагал пользоваться аксонометрическими изображениями для пояснения отдельных узлов машин и строительных конструкций, что послужило толчком для дальнейшего использования аксонометрии в различных областях науки и техники [2].

Идеи В.И. Курдюмова продолжал развивать в своих трудах его ученик профессор Н.А. Рынин.

В начале XX столетия теоретические положения и практические приемы аксонометрии изучались во многих высших учебных заведениях России. Дальнейшее развитие теории и инженерно-технической практики аксонометрических изображений связано с работами выдающихся ученых П.М. Леонтовским, Е.С. Федоровым. Работы исследовательского характера, которые конкретизируют практические возможности метода, представлены Н.Ф. Четверухиным и Д.И. Каргиным.

Начиная с 50-90-х годов XX столетия аксонометрические изображения незаменимы на этапах проектирования технических объектов: при разработке технического задания, на этапе эскизного проектирования.

Заключение. С ростом науки и техники совершенствовались и методы изображений объектов. В России этот процесс шел своим самобытным путем, вследствие особенностей ее общественно-экономического развития.

Список литературы

1. Басс, Н.В. Аксонометрические проекции: учеб. пособие / Н.В. Басс, М.Н. Левая. – 2-е изд., стер. – Брянск: БГТУ, 2016. – 91 с. - 978-5-89838-576-7.
2. Воскресенский, В.А. Из истории аксонометрических изображений / В.А. Воскресенский // Известия томского политехнического института. – 1966. - № 143. – С. 35-44. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/iz-istorii-aksonometricheskikh-izobrazheniy/viewer> (дата обращения: 30.03.2022).
3. Воскресенский, В.А. Категории исследований в области отечественной аксонометрии / В.А. Воскресенский // Известия томского политехнического института. – 1975. - № 261. – С. 3-10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kategorii-issledovaniy-v-oblasti-otechestvennoy-aksonometrii> (дата обращения: 30.03.2022).
4. Елисеев, Н.А. Становление и развитие аксонометрии, вклад учёных Петербурга в теорию (1820-1950) и инженерно-техническую (железнодорожную) практику метода [Текст]: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (07.00.10) / Елисеев Николай Александрович. – Санкт-Петербурге, 2006. – 27 с.

UDC 744.34

FROM THE HISTORY OF THE DEVELOPMENT OF AXONOMETRIC IN RUSSIA

Titov D.S.

Bryansk State Technical University, Bryansk, Russian Federation

Bass N. V. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of DGandG

Annotation. The main stages of the formation and development of axonometric images in Russia are considered from their inception to the appearance of theoretical provisions. The decisive significance of the contribution of Russian scientists to the formation of the theory and engineering practice of axonometric projections is shown.

Keywords: visual images, history of development, axonometry, projections, projection method

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ КНИЧЕСКИХ КРИВЫХ

Галашина П.Э.

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
г. Новосибирск, Российская Федерация*

Научный руководитель: Вольхин К. А. – канд. пед. наук, доцент, зав. кафедрой ИКТ

Аннотация. В работе описаны инструментальные методы Компаса, применимые для построения гиперболы. Предложена рекомендация по минимальному количеству точек для обеспечения точности построения с помощью инструментов «Кривая Безье» и «Сплайн по точкам».

Ключевые слова: Кривая второго порядка, гипербола, начертательная геометрия.

Введение. Конические кривые широко используют в самых разнообразных отраслях науки и техники, при исследовании многих процессов и явлений создании сложных геометрических объектов [1].

В разделе «Основы начертательной геометрии» курса «Инженерная и компьютерная графика» НГАСУ (Сибстрин) для знакомства студентов с кривыми конических сечений предназначено задание «Конус с призматическим отверстием» [2].

В своей работе мы решили изучить инструментальные методы построения кривых конических сечений в среде Компас-График.

Основная часть. Призматическое отверстие конуса в индивидуальном графическом задании составлено из пяти или шести граней, и зависимости от положения плоскости грани линиями пересечения их с конической поверхности являются: эллипс, парабола, гипербола и окружность. Традиционно в начертательной геометрии для построения этих линий отмечают характерные точки, через которые проводится плавная кривая линия. При использовании для оформления работы инструментов системы Компас-График для построения окружности и эллипса предлагается по 7 различных способов, и точность гарантируется математическими методами их построения по заданным граничным условиям.

Для построения гиперболы и параболы в Компас-График есть инструмент – «Коническая кривая». Предусмотрено два способа построения кривой указанием точек, одна из которых точка пересечения касательных и указанием касательных объектов. Применение этого инструмента для решения поставленной задачи становится невозможным из-за того, что положение касательных к кривой неизвестно. Поэтому в качестве инструментов для построения этих кривых целесообразно использовать такие инструменты как «Кривая Безье» и «Сплайн по точкам».

На примере построения гиперболы мы решили оценить точность построения кривой этими инструментами в зависимости от количества характерных точек. В качестве эталона для оценки точности мы построили трехмерную модель прямого кругового конуса и плоскости и с помощью инструмента «Кривая пересечения» построили гиперболу. На ассоциативном чертеже определили площадь гиперболического сечения и положение точки пересечения касательных (рисунок 1). Построенная по полученным параметрам кривая с помощью инструмента «Коническая кривая» ограничила фигуру площадью, которой меньше площади эталона на 0,81 мм². Для оценки точности построения гиперболы с помощью инструментов «Кривая Безье» и «Сплайн по точкам» были построены проходящие через три точки (начальная, вершина и конечная), с последующим добавлением симметричных относительно оси точек увеличивая их количество до 17 точек.

При использовании трех, пяти и семи точек при построении кривой существенные погрешности возникали в положении точки пересечения касательных или касательная линия,

проведенная через начальную точку, пересекала полученную кривую. При использовании девяти точек погрешность площади ограниченной кривой построенной инструментом «Сплайн по точкам» составила 0,05% и расстояние до точки пересечения касательных отличается на 0,1 мм, а «Кривой Безье» соответственно - 0,94% и 2,76 мм (Рисунок 2). Последующее увеличение количества точек значительно повышает трудоемкость, при этом приводит к незначительному повышению точности построения.

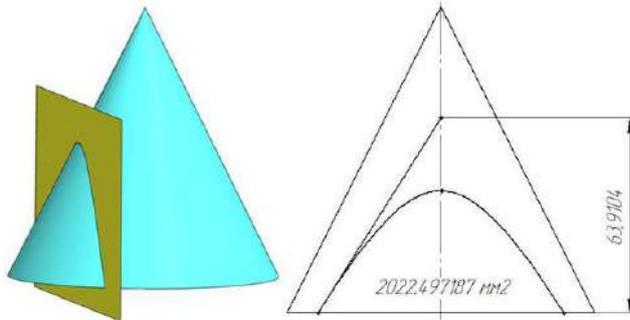


Рисунок 1 - Эталон гиперболического сечения конуса

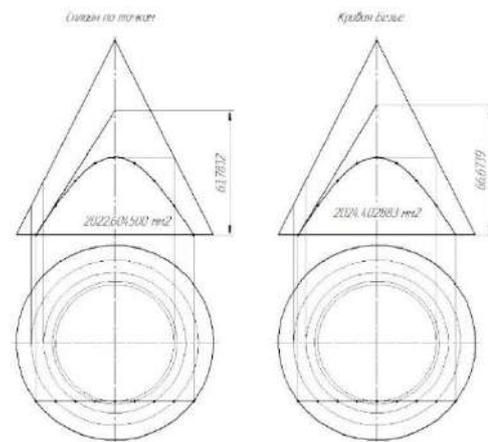


Рисунок 2 - Гиперболическая кривая, построенная через девять характерных точек

Заключение. В результате проведенной работы, можно рекомендовать для построения гиперболической и параболической кривой в системе Компас-График использовать инструмент «Сплайн по точкам» с использованием не менее 9 характерных точек.

Список литературы

1. Короткий, В. А. Кривые второго порядка в моделировании поверхностей [Текст] / В.А. Короткий //Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации (КГП-2015) Материалы V международной научно-практической интернет-конференции (февраль-март 2015 г.). Выпуск 2. — Пермь.: Издательство ПНИПУ, 2015 — С.135-152
2. Начертательная геометрия : сборник индивидуальных графических заданий с методическими указаниями по их выполнению для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 08.03.01 "Строительство", 07.03.01 "Архитектура" и 27.03.01 "Стандартизация и метрология" [Электронный ресурс] / сост. К. А. Вольхин ; Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин). – Электрон. текстовые, граф. дан. и прикладная программа (107 Мб). — Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2014. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

UDC 378

INSTRUMENTAL METHODS FOR CONSTRUCTING CONIC CURVES

Galashina P. E.

Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin),
Novosibirsk, Russian Federation

Volkhin K. A. - PhD, assistant professor, head of the department of ECG

Annotation. The paper describes the instrumental methods of the Compass applicable to the construction of a hyperbola. A recommendation on the minimum number of points to ensure the accuracy of construction using the Bezier Curve and Spline by Points tools has been proposed.

Keywords: curve of the second order, hyperbola, descriptive geometry.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕКТОРНОГО ГРАФИЧЕСКОГО РЕДАКТОРА ADOBE ILLUSTRATOR В СФЕРЕ ЦИФРОВОГО МАРКЕТИНГА

Прищип А.Д., Золотая С.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Омелькович Е.В. – магистр пед. наук, преподаватель кафедры ИКТ

Аннотация. Изучены инструменты и функции графического редактора *Adobe Illustrator*, предложены способы его использования в визуализации контента. Выяснено, на каких этапах реализации маркетинговой стратегии помогает *Adobe Illustrator*. Представлены варианты использования редактора при работе в сфере цифрового маркетинга.

Ключевые слова: векторная графика, *Adobe Illustrator*, цифровой маркетинг

Введение. Векторная графика представляет собой изображения, созданные с помощью математических формул и легко изменяемых без потерь при масштабировании, что успешно позволяет использовать её в различных проектах: от маленьких иллюстраций до больших рекламных щитов.

Основная часть. Одним из наиболее используемых векторных редакторов сегодня является программа *Adobe Illustrator* [1]. С её помощью можно решать любые проблемы, связанные с профессиональным графическим дизайном и версткой:

- Работать с несколькими монтажными областями, что обеспечивает удобство при работе с баннерами для сайта в различных размерах;
- Создавать и преобразовывать сложные контуры геометрических фигур, являющихся основными элементами иконок и логотипов;
- Импортировать готовые кисти со сторонних ресурсов и легко создавать наборы своих собственных кистей, что позволяет добавить еще больше уникальности своим иллюстрациям;
- Применять различные заливки объектов и контуров из имеющейся библиотеки;
- Легко преобразовывать тексты в кривые для последующего редактирования формы букв в логотипах и надписях;
- Без труда трассировать объекты импортированной растровой графики;
- Отрисовывать иллюстрации любых форм, накладывая их друг на друга с помощью слоев и применяя такие эффекты как градиент, тени, текстуры, деформация, контур, штрихи, эскиз, стилизация, оформление и видео;
- Подготавливать макеты визиток, буклетов, плакатов, рекламных щитов или иной полиграфической продукции с помощью настраиваемых параметров экспорта, настраивать вылеты, цветовой профиль для печати, а также выбрать формат печати продукции [2].

Перечисленные возможности программы позволяют успешно использовать его для визуализации разнообразного контента (рисунок 1).

Как правило, дизайнеры создают логотипы в векторном формате. Именно логотип относится к важнейшим составляющим бренда. Лого компании обеспечивает ее визуальную узнаваемость. Это является главной целью данного элемента фирменного стиля.

Широкий арсенал инструментов позволяет сделать иконки в любом стиле – от простых форм до имитации трёхмерных форм.

Рекламные иллюстрации, являясь наиболее эффективным инструментом передачи информации призваны работать на бизнес, доносить информацию, привлекать людей. Визуальный ряд создает нужное впечатление и передает эмоции, вовлекает в дальнейшую коммуникацию потребителя [3].



Рисунок 1 – Примеры визуального контента

Инфографику используют для визуализации каких-либо данных. Ее цели – уменьшение затрат времени при просмотре информации; помощь читателю с принятием различных решений; возможность делиться информацией с другими читателями при помощи социальных сетей и других сервисов; более легкое восприятие информации через визуализацию, так цифры и другие данные лучше усваиваются в памяти.

В программе легко создавать авторский стикерпак. Часто компании разрабатывают стикеры, чтобы дарить их своим клиентам в качестве сувенира или оформлять ими упаковку товара. В свою очередь потребитель быстро привыкает к их использованию и на ассоциативном уровне будет предрасположен к товару компании-разработчика. Использование стикеров увеличивает узнаваемость вашего бизнеса. Также редактор удобен для литтеринга и дизайна текста, создания графики для анимации, рисовании паттернов, оформления постов в социальных сетях, разработки макетов для печати (визитки, флаеры, плакаты).

Проект, созданный в *Adobe Illustrator*, можно сохранить в 5 собственных форматах: *AI, PDF, EPS, FXG и SVG*. В этих форматах полностью сохраняются все данные, которые есть в проекте. Но если вы уже закончили работу, и нужно экспортировать макет для печати или загрузки в интернет, *Illustrator* предложит вам форматы: *BMP, JPG, PNG, PSD, SVG, TIF, TGA, CSS, WMF, EMF, DWG, TXT, DXF, PCT* в «Экспортировать как...». Еще одним важным плюсом является возможность установить весь пакет приложений Adobe для работы с компьютерной графикой и не страдать из-за несовместимости форматов. Также разработчик идет в ногу со временем и постоянно расширяет возможности своих продуктов.

Графический дизайн сегодня становится все более востребованной профессией, объединяющей в работе со сложным, многоуровневым предметом визуальной реальности принципы и методы различных профессиональных дисциплин.

При реализации маркетинговых стратегий его используют при оформлении собственного бренда и создании маркетинговых материалов для тех каналов, которые необходимы компании:

1. Реклама
2. Стимулирование сбыта
3. Прямой маркетинг
4. Личные продажи
5. Упаковка
6. Спонсорство
7. Сервисное обслуживание

Многие маркетологи и экономисты активно используют пирамиду нужд Маслоу для разработки стратегии продаж. Например, ее используют в системе управления персоналом при выстраивании способов мотивации сотрудников, при долгосрочном планировании для составления прогнозов о будущих потребностях в различных товарах и услугах (рисунок 2).

В маркетинге пирамиду Маслоу применяют для анализа рынка и сегментации аудитории по иерархии. Это помогает узнать, какие потребности наиболее сильны у вашей целевой аудитории. Затем нужно исследовать, как аудитория видит для себя удовлетворение конкретной потребности. И вот когда вы уже знаете, что ищут ваши потенциальные клиенты, можно предлагать им подходящее решение.

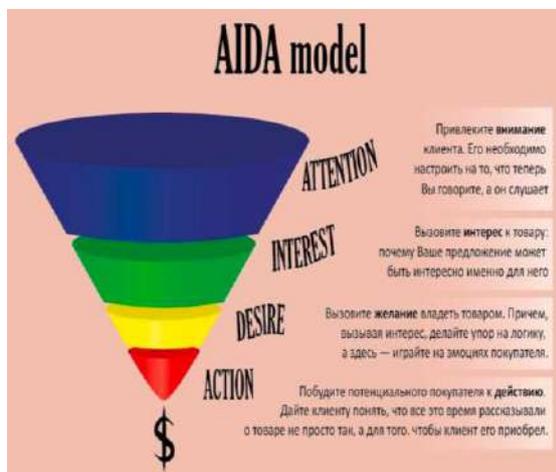


Рисунок 2 – Пример пирамиды Маслоу

Заключение. *Adobe Illustrator* – это удобный инструмент для работы с векторной графикой. Редактор предлагает все необходимые инструменты для визуализации контента, имеет простой и понятный интерфейс, позволяет сохранять готовую работу во множестве форматов. Освоив этот редактор, можно без трудностей использовать его для создания любого профессионального контента.

Список литературы

1. Ведущее в отрасли приложение для создания векторной графики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.adobe.com/ru/products/illustrator.html>. – Дата доступа 31.03.2022.
2. Волков Н.Н., Курс макетирования и верстки, Москва [Текст] / - 2004
3. Официальный учебный курс Adobe Illustrator CS4 +CD = Adobe Illustrator Classroom in a Book. - М.: "Эксмо" [Текст]/, 2009. - С. 464. - ISBN 978-5-699-36161-8, 978-0-321-57380-3
4. Стоцкая Т. Верстка Adobe Illustrator 7. Самоучитель. - СПб.: Питер, - 304с.: ил. - ISBN 5-94723-474-2 [Текст] / Т. Стоцкая, Санкт-Петербург, 2013
5. Что такое Digital-маркетинг [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.obrazstroy.ru/blog/cto-takoe-digital-marketing/>

UDC 004.921

USING THE VECTOR GRAPHICS EDITOR ADOBE ILLUSTRATOR IN THE FIELD OF DIGITAL MARKETING

Pryshchits A.D., Zolotaya S.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Omelkovich E.V. – master of pedagogical sciences, teacher

Annotation. The tools and functions of the Adobe illustrator graphic editor are analyzed and ways of using them in content visualization are proposed. It is listed at which stages of the marketing strategy implementation the program appears. The variant of using the editor when working in the field of digital marketing is clearly presented.

Keywords: vector graphics, Adobe Illustrator, digital marketing

**СЕКЦИЯ 5
«ИНОСТРАННЫЕ ЯЗЫКИ»**

NANOTECHNOLOGIES - ACHIEVEMENTS AND PROSPECTS

Brichkovskaya M.S., Tarmin A.M.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Drobysheva A.P. – master of philology, senior lecturer of the department of foreign languages

Annotation. Achievements, possible prospects for the development of nanotechnology, as well as all possible areas of their application are considered. A comparative analysis of both positive and negative possible consequences in the development of nanotechnology in human life is carried out.

Keywords. Nanotechnology, nanoparticles, graphene, nanosensors, smart dust.

Introduction. Nanotechnologies are innovative and make great strides in the development of the scientific and technological revolution. The practical aspect of nanotechnology involves the production of devices and their components necessary for the creation, processing and manipulation of atoms, molecules and nanoparticles.

The quantum nature of nanotechnological processes makes them very knowledge-intensive and stimulates the development of such applied areas as nanomachines, nanocosmonautics, nanomechanics, the creation and development of such an industry as the production of nanomaterials.

Nanotechnology makes it possible to control particle size and thus improve the properties of materials. The miniaturization of structures leads to the creation of new objects, such as nanotubes, carbon nanoscales, thin films, quantum conductors and matrix elements, laser generators with unique properties.

Main part. Nanotechnologies are a set of processes that make it possible to create substances, materials, devices and technical systems, the functioning of which is determined primarily by their nanostructure [1].

Nanotechnologies have proven to be useful in many areas of modern production, such as the production of computer equipment, the space and aviation industries, and nanomechanics (the production of nanomotors and robots). Nanotechnologies have also become widespread in the field of medicine, agriculture, chemistry, biology and ecology.

Nanoparticles - particles of various substances: larger than an atom and a molecule, but smaller than visible grains. The size of nanoparticles varies from 1 to 100 nanometers; they are about 40-80 thousand times smaller than the thickness of a human hair [2].

Graphene is an example of nanoparticles. Graphene (G) is a two-dimensional allotropic modification of carbon formed by a layer of carbon atoms one atom thick [3].

The chemical structure of G is shown in figure 1.

The material has the following properties:

- great mechanical rigidity;
- flexibility;
- high thermal conductivity;
- melting point above 3000 degrees Celsius.

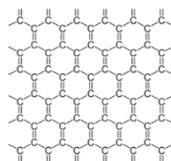


Figure 1 – Chemical structure of graphene

In medical research, G has shown anti-cancer properties. It is assumed that graphene can be effective in a wide range of tumors. The thermoelectric effect will significantly increase the efficiency of semiconductor solar cells using G.

Another example in advances in nanotechnology is nanosensor.

US scientists have developed AI-based nanosensors that allow researchers to track different kinds of biological molecules without disturbing them.

The new innovative technology uses nanotechnology, meta-surfaces, infrared radiation and artificial intelligence (AI).

Meta-surfaces are man-made materials with enhanced light manipulation capabilities at the nanoscale, allowing functions beyond what we see in nature. Here, their precisely engineered meta-atoms, made of gold nanorods, act as amplifiers of light-material interactions, tapping into plasmonic excitations resulting from the collective vibrations of free electrons in metals [4]. When scientists added infrared meta-surfaces to AI, the new sensor began to be used to analyze biological processes and their dynamic interactions.

The next example of advances in nanotechnology is the smart dust.

Smart dust - are self-organizing tiny devices (group robots) that exchange wireless signals and work as a single system [5]. It is assumed that the basic elements of "smart dust" - motes - will eventually be the size of a particle of sand or even dust. Each mote will have to have its own sensors, computing node, communication and power supply subsystems. Grouped together, motes will automatically create very flexible, low power networks. Their applications can range from climate control systems to entertainment devices that interact with other information devices.

Nanotechnologies also have negative properties. For example, molecules of heavy metals or other toxic substances can enter the human body and other living beings. Recent studies have shown that nanoparticles can not only penetrate tissues, but also accumulate in them. Chemically active nanoparticles can form strong bonds with biomolecules (for example, proteins or DNA), damaging them, "turning off" or, conversely, promoting their increased activity.

Another variant of the negative impact is the catalysis of chemical reactions harmful to the body. Even if the "suspected" nanoparticles turn out to be harmless, impurities contained in them, which are very difficult to detect, can have a detrimental effect (impurity substances can also form strong bonds with nanoparticles).

Now one of the most discussed, most exciting is the topic of the use of nanorobots in nanomedicine and nanochemistry, where the "talents" of nanorobots could be fully applied. It is believed that a nanorobot introduced into the human body will be able to independently move through the circulatory, lymphatic and nervous systems without harming the body, change the characteristics of tissues and cells, destroy microorganisms, viruses and cancer cells.

In the field of biology, it will become possible to "introduce" into a living organism at the level of atoms. The consequences can be very different - from the "restoration" of extinct species to the creation of new types of living beings, biorobots.

Conclusion. The prospects for the nanotechnology industry are truly grandiose. Nanotechnology will radically change all spheres of human life. On their basis, goods and products can be created, the use of which will revolutionize entire sectors of the economy. Nanotechnology provides great opportunities for medicine, chemistry and biology. In the near future, nanorobots will be developed that will give impetus to modern medicine. New materials will make it possible to improve many inventions. The use of nanotechnologies for purification and disinfection of water is also of great importance. The introduction of membrane cleaning systems and special biocidal coatings and materials based on silver makes it possible to simplify the maintenance of farm animals and improve their quality by providing them with high-quality drinking water.

References

1. Nanotechnologies. [Electronic resource]. – Mode of access: <https://ria.ru/20081203/156376525.html>. – Date of access: 27.03.2022.
2. Nanoparticles. [Electronic resource]. – Mode of access: <https://theblueprint.ru/beauty/skincare/nanoparticles-in-cosmetics-guide>. – Date of access: 27.03.2022.
3. Graphene. [Electronic resource]. – Mode of access: <https://science.fandom.com/ru/wiki/Графен>. – Date of access: 27.03.2022.
4. Meta-surfaces. [Electronic resource]. – Mode of access: https://hightech.fm/2021/04/07/ai-sensor?is_ajax=1. – Date of access: 27.03.2022.
5. Smart dust. [Electronic resource]. – Mode of access: https://ru.wikipedia.org/wiki/Нитевидный_нанокристалл. – Date of access: 27.03.2022.

THE FUTURE OF SOLAR ENERGY

Burda I.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Drobysheva A.P. – master of philology, senior lecturer of the department of foreign languages

Annotation. The general information about solar energy is given in the article. It is also said how solar energy is absorbed and transformed. There is an outline of the advantages and disadvantages of the usage of solar energy.

Keywords. solar energy, silicon, solar cell, photovoltaics, concentrated solar power

Introduction. Solar energy is the technology used to harness the sun's energy and make it usable. In its most primitive form, humanity used this type of energy in ancient times. People warmed food, water; even their houses were specially built to receive as much sunlight as possible so that they would continue to be relatively warm even at night.

After a while, our needs have changed a lot. Now it is not enough for us just to be able to cook food and live in warmth, now we need to power the entire planet with electricity, while not polluting it. One of these types of extracted energy is solar energy [1].

Main part. To extract energy from the sun in the form in which we know it now, humanity had to travel a long way. The first steps towards converting solar energy into electrical energy were made in 1839, when the French physicist Edmond Becquerel discovered the photoelectric effect. Later, in 1876, London Professor William Grylls Adams and his student Richard Evans Day observed the photovoltaic effect when light was exposed to selenium, which gave rise to the idea of creating a photovoltaic cell, which was implemented already in 1883 by Charles Fritz.

So, the first device for converting solar energy into electrical energy was created – a solar battery [2].

To better understand what the future holds for solar energy, we will focus on the specifics of how this energy is absorbed and transformed. At the moment, the use of solar energy on Earth is conducted in two directions: passive and active. Both methods have their own features and capabilities that should be considered more carefully.

Passive solar technologies do not use any external devices. As an alternative, they take advantage of the local climate to heat structures during the winter, and reflect heat during the summer. In the modern world, interest in the construction of passive solar systems is increasing, then falling again. The energy crisis forces us to actively look for ways to obtain cheap alternative energy, but with improvements in the economic situation, the situation is turning in the opposite direction. However, the general situation demonstrates the constant development and promotion of solar systems in technology and everyday life.

Active solar technologies use electrical or mechanical devices to actively transform solar energy into another form of energy, generally heat or electricity. There are quite simple and more complex constructions that perform different tasks. According to their functionality, they can be divided into photovoltaic cells and solar collectors.

Photovoltaic cells are engaged in generating electric current from the energy received from our luminary. Nowadays, photo electrics are probably the most well known way to use solar energy. Photovoltaic arrays usually include solar panels consisting of an incredible number of solar cells.

Each solar cell contains a semiconductor, regularly made of silicon. When the semiconductor absorbs sunlight, it knocks electrons loose. An electrical field directs these loose electrons into an electric current, flowing in one direction. Metal contacts at the top and bottom of a solar cell direct that current to an external object. The external object can be of any size, which clearly affects its use.

Concentrated solar energy also called concentrated solar power technology uses lenses and mirrors to focus sunlight from a large area to a smaller one. This intense area of radiation heats a

fluid, which in turn generates electricity or fuels another process. After we have considered how the main devices for converting solar energy are arranged, we will move on to their advantages and disadvantages [3].

To begin with, consider the advantages. Probably, the main advantage of using solar energy is its limitlessness. The sun will exist for a long enough time, so, it is not necessary to worry about this for several billion years.

An equally important aspect is the purity of this resource. After the equipment for solar technologies is designed and put into operation, solar energy does not need fuel to work. There are also no greenhouse gases or toxic materials in it. The spread of the use of solar energy in the future can significantly reduce the negative impact that we have on the environment.

Do not take the following advantage lightly. Solar cookers can serve as a kind of cleaner alternative to conventional stoves used for cooking or water purification. It may also affect the spread of technologies using solar energy.

In addition, solar energy complements other renewable energy sources, such as wind or hydroelectric power.

A person who has installed solar panels can produce excess electricity. Thus, anyone selling this energy can reduce or even eliminate electricity bills, which in the long run can become a very profitable investment.

Now let's move on to the disadvantages. The main limiting factor for the use of solar energy is the price of the equipment necessary for this. The purchase and installation of equipment can reach tens of thousands of dollars. Although the government often offers reduced taxes to people and businesses using solar energy, and the technology can eliminate electricity bills, the initial cost is too high for many to start using it right now.

To upgrade or install solar panels on the roof of a building, the roof must be strong, large, and oriented in the direction of the sun's beam, which can also be included in the price problem.

Both active and passive solar technologies depend on factors that are beyond our control, such as climate and cloud cover. If we are talking about larger enterprises, it is necessary to study local areas to determine whether solar energy will be effective in this area.

Sunlight must be abundant and consistent for solar energy to be an efficient choice. In most places on Earth, sunlight's variability makes it difficult to implement as the only source of energy [3].

Conclusion. We have considered the main advantages and disadvantages, examined how solar energy is absorbed and converted. Even despite the drawbacks, solar energy use has surged at about 20 percent a year over the past 15 years, thanks to rapidly falling prices and gains in efficiency [4].

In addition, the energy of the sun remains limitless. This gives grounds to predict the constant development and promotion of technologies for obtaining and processing solar energy, the emergence of more efficient equipment, an increase in the share of solar energy in the total consumption of mankind. Statistics show that a giant leap has been made in this direction over the past 10 years, so the future is definitely behind solar energy.

References

1. *History of solar energy: Who Invented solar panels? [Electronic resource] – Mode of access: <https://www.vivintsolar.com/learning-center/history-of-solar-energy>. Date of access: 28.03.2022*
2. *History of Solar Energy [Electronic resource] – Mode of access: <https://solar-energy.technology/what-is-solar-energy/history>. Date of access: 27.03.2022*
3. *Solar energy [Electronic resource] – Mode of access: <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/solar-energy>. Date of access: 27.03.2022*
4. *Solar Power Information and Facts [Electronic resource] – Mode of access: <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/solar-power>. Date of access: 27.03.2022*

SMART HEALTH BRACELETES

Gimpel A.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Drobysheva A.P. – master of philology, senior lecturer of the department of foreign languages

Annotation. Smart health bracelets: a fashion accessory or an invention of the future? In this article you will learn useful information about the history of the appearance of smart health bracelets, the principle of their operation and additional functions. The article also includes a study of the popularity of these gadgets and a list of criteria for choosing a smart health bracelet.

Keywords: Smart Health Bracelets, technology, sensors, smartwatch, invention, health.

Introduction. Nowadays, smartwatches (or fitness bracelets) have become a popular accessory among people of different ages.

Smart Health bracelet (activity tracker, smart bracelet, fitness tracker, etc.)– is an electronic device that helps to monitor certain types of activity, such as running, walking, distance, sleep quality, to analyze pulse rate, blood pressure, etc.

Main part. The history of Smart health bracelets and its development. The history of the appearance of the first full-fledged health bracelet began relatively recently, it combined a heart rate monitor from Polar, a pedometer and an interactive application from bicycle computers. In 2011, Jawbone released the world's first Jawbone UP bracelet, the functions of which were very extensive: calorie counter, statistical data maintenance, vibration sound during notification. But, unfortunately, the first batch of goods was unsuccessful, the company eventually suffered heavy losses. Competitors took into account the mistakes of the predecessor, introduced new functions. Now the manufacturers of fitness bracelets are large companies producing mobile devices, operating systems and sport goods [1].

The principle of operation: the main sensors and their functions in smart health bracelets [2,3]. An accelerometer (G-sensor) is a device that determines the acceleration of an object in space. Thanks to the accelerometer data, the fitness bracelet counts the number of steps taken and the speed of movement. Fitness bracelets are equipped with three-component accelerometers that track acceleration along three coordinate axes. The accelerometer built into the fitness tracker determines whether the owner's hand is at rest or moving with a certain acceleration. Data on the acceleration of your hand movement, that is measured by the accelerometer, is transmitting to the fitness bracelet's microprocessor, where they are processing.

A gyroscope is a device that tracks changes in the position of an object. GPS sensors are embedded in the bracelets to accurately calculate the speed of movement and the distance traveled. Thanks to the gyroscope, the microprocessor of the smartwatch is able to recognize not only walking or running, but also other physical activities.

Heart rate monitors are devices that determine the heart rate per unit of time. The technology by which the heart rate monitor works is called photoplethysmography. It involves the use of green LEDs that emit light and detectors that register the level of its reflection. When the heart contracts, blood pressure increases and capillary blood flow increases. As a result, more light emitted by the LED is absorbed, which is what the detector registers. Based on the information received, the pulse is determined.

A fitness bracelet with pressure measurement determines pressure by mathematical analysis, taking into account data on the pulse wave propagation speed, wavelength, pulse, ECG, etc. Special sensors consist of piezoelectric elements that installed in fitness bracelets - they generate electricity under the influence of the pressure exerted on them. Thus, the pulse wave from a person's wrist is converted into electronic signals of the appropriate magnitude, which are sent to special software.

Modern watches with altimeter function allow their owners to know exactly the height at which they are located. The sensor of the device reacts to changes in atmospheric pressure, showing the

corresponding data.

The function of monitoring the number of calories burned. Physical activity indicators are calculated based on accelerometer data. The main indicator of movement is the number of steps taken, the data about which is transmitted to the mathematical model. Some fitness bracelets also take into account the type of physical activity. Indicators of physical condition allow you to more accurately determine the energy costs of the owner of a fitness bracelet. These indicators include: pulse rate, blood pressure, blood oxygen saturation level. Anthropometric indicators are set by the user himself in the fitness bracelet application.

Fitness bracelets use 2 sensors to monitor sleep phases. It is thanks to the heart rate monitor, which monitors the heart rate, and the accelerometer, which detects the slightest movements of the owner, it is possible to monitor the change of sleep phases, as well as monitor night awakenings.

Bracelets with ECG measurement function. An electrocardiogram (ECG) is an examination that reads the duration and strength of electrical signals that occur during a heartbeat. During an ECG, electrodes are used to measure the electrical activity of the heart.

There are fewer electrodes in smart health bracelets than in medical devices. To do an ECG, you need to put one hand with the watch on the table, and put the second finger on the wheel and wait for the watch to take readings.

The heart rate variability indicator helps to determine the stress level - the interval between heartbeats. Based on it, "smart" bracelets report the level of stress. Variability is influenced by age, body position, time of day, health status and emotional, physical and mental experiences.

Additional features. Smart watch is the result of combining a health bracelet with a watch. They connect to a smartphone using Bluetooth, have touch screens, can perform additional tasks using software, such as: controlling a music player, using a calculator, voice recorder, flashlight, Internet browser, taking photos and videos, and more [4].

When the phone is connected, users can receive notifications on the watch from their smartphone. Most models of smart watches have such a function as a "smart alarm clock". It allows you to identify the most appropriate moment to wake up by controlling the change of sleep phases. Recently, more and more smartwatches are being released with the ability to make contactless payments using the built-in NFC chip.

Existing measurement errors of devices and its reasons. Errors in the measurement of human physical parameters may occur due to the following sources of interference [5]:

1. External lighting from the sun or lamps. Some of this light may fall on the photodiode, introducing distortion.
2. Motion-related interference- the sensor may lose the pulse wave and clings to another rhythmic signal caused by steps.
3. Skin color, tattoos, hair, tan. All this also has a certain effect on the absorption and reflection of light emitted by LEDs.
4. Location of the sensor. There are a lot of sources of optical noise on the wrist (muscles, tendons, bones).

Important Criteria for Choosing Smart Health Bracelets. When choosing a smart bracelet, you should pay attention to the following criteria [6]:

- screen – the presence of the display and its characteristics;
- functions –the necessary options should be selected taking into account personal preferences and your lifestyle;
- accuracy - this parameter depends on the type of sensors;
- protection from external factors - dust, water, shock;
- battery life and charging speed;
- synchronization with equipment;
- complete set.

The Survey of BGUIR Students. A survey of BSUIR students showed that 35% of students in group 111801 use smart bracelets, from which 77% of their gadgets contain functions that help to track physical health.

The following purposes of using these bracelets that were identified, are shown in the figure 1. Rating of the most popular features in smart health bracelets is shown in the figure 2.

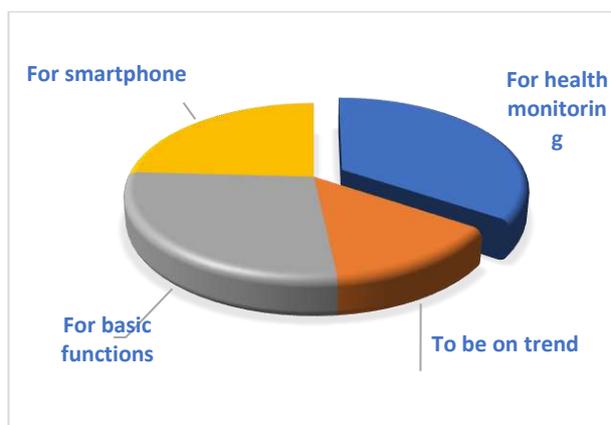


Figure 1 - Purposes of using smart bracelets

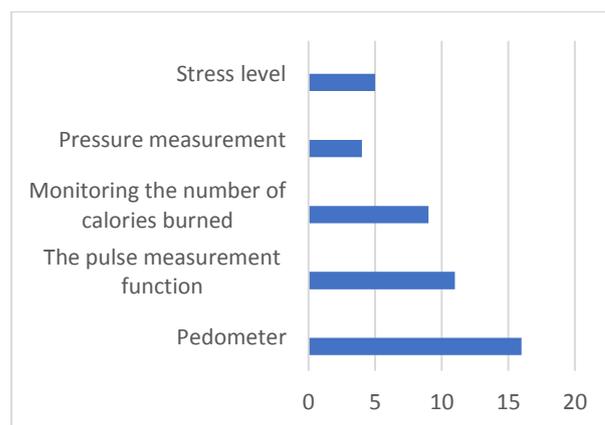


Figure 2 - The most popular features in Smart Health Bracelets

Analysis of advantages and disadvantages. Based on the information provided, the following advantages and disadvantages of using smart health bracelets can be identified.

Advantages: convenient and easy to operate, versatility, do not require special knowledge to measure the main indicators, help to collect data on health status and correctly distribute physical activity, increase motivation for regular workouts. Suitable for permanent wear. Collect data without an internet connection.

Disadvantages: Measurement errors Some models discharge quickly Relatively high cost of some models Require additional devices for charging, the need to connect to a smartphone, not compatible with every software and application.

Conclusion. A modern gadget called a health bracelet (or fitness watch) is very popular today. Thanks to their functions, smart bracelets help to monitor the state of health during any physical activity, analyzing the most important vital signs using various sensors and sensors.

Currently, these bracelets cannot replace professional medical devices due to lower measurement accuracy, however, due to the constant development of technology, these gadgets do not stop in their improvement.

I believe that in the future smart health bracelets will become indispensable assistants for every person, thereby making a huge contribution to the development of medicine.

References

1. The history of Smart health bracelets: [Electronic resource]. – URL: <https://vc.ru/tech/216806-umnye-braslety-kak-rabotayut-cto-izmeryayut-i-mozhno-li-im-doveryat>
2. The functions in smart health bracelets: [Electronic resource]. – URL: <https://topfitnesbraslet.ru/blog/kak-rabotaet-fitness-braslet>
3. The principle of operation of main sensors in smart health bracelets: [Electronic resource]. – URL: <https://beurer-belarus.by/reviews/poleznaya-informatsiya/fitness-braslet-kak-rabotaet-dlya-chego-nuzhen/>
4. Additional features: [Electronic resource]. – URL: <http://android.mobile-review.com/articles/57632/>
5. Fitness bracelets and measurement accuracy: [Electronic resource]. – URL: <https://deep-review.com/articles/toilet-paper-and-heart-rate/>
6. How to choose a fitness bracelet: [Electronic resource]. – URL: <https://smartchasy.com/sovety-i-instrukcii/fitness-braslet-s-izmereniyem-davleniya-i-jekg/>

PROBLEMS OF DEEP MACHINE LEARNING

Ziulkovskiy A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Sokolova M.A. – lecturer of the department of foreign languages

Annotation. This article discusses the main difficulties in the development and training of ML-models associated with the problem of generalization. The causes of these problems and the main difficulties caused by them are analyzed. The problem of general non-concretization of ML tasks and the vulnerability of neural networks to adversarial attacks is also considered.

Keywords. Machine learning, neural networks, generalization problem.

Introduction. Today ML-models solve increasingly complex tasks, but how close are people to creating a real AI? There are a number of problems that hinder the use of neural networks and they are often associated with existing approaches to learning.

Main part. One of the most common problems is the inability of ML-models to work correctly on a greater variety of examples than those encountered during training. Here we are talking not just about other examples (for example, test ones), but about other types of examples. Solving this problem is important not only for solving practical problems, but also in general for the further development of AI. Of course, all the difficulties are not limited to this; there are also difficulties with the interpretation of models, problems of bias and ethics, the resource intensity of training and others. But in this article, it is the problems of generalization that will be considered.

The task of machine learning is to write algorithms that automatically deduce general patterns from particular cases. This process is called generalization, or induction. It is often necessary to find the relationship between the source and target data in the form of some function.

Various data can be used to train the model: marked up (supervised learning), unreliably marked up (weakly-supervised learning) or completely unmarked (self-supervised learning). But in any case, we use a certain set of specifically taken examples. It is clear that the more material for training, the higher the quality of the resulting solution will be. There are even theorems that prove for various ML-algorithms the striving of the resulting solution to the ideal with an unlimited increase in the amount of training data and the size of the model (this property is called universal consistency) [1].

But in practice, it is not always a simple increase in the volume of examples that leads to a qualitative improvement in the operation of the algorithm. A number of difficulties arise in the work of the model.

1) *Data leak*

A data leak is a situation when there is a certain feature that, during training, contained more information about the target variable than during subsequent application of the model in practice. Data leakage can occur in a variety of forms. For example:

In the task of diagnosing real and fake vacancies, almost all fake vacancies related to Europe. A model trained on this data may not consider any vacancies from other regions suspicious. You can remove a region from the features, but the job description also has characteristic features that depend on the region and the neural network can focus on them [2].

This problem cannot be solved simply by increasing the amount of training data without changing the approach to training. Here it can be argued that data leakage is not a problem of the ML-algorithms themselves, since the algorithm cannot know which feature needs to be taken into account and which one does not.

2) *Shortcut learning*

For a long time, researchers have noticed that many modern neural networks, even the largest ones today, resemble "clever Hans" [3, 4]. That is, when trying to solve a problem, the answer is sought in a roundabout way. The neural network does not solve it the way we wanted. And this

workaround may stop working at any time.

Shortcut learning is a phenomenon when models get the right answer using generally incorrect reasoning ("right for the wrong reasons"), which work well only for training data distribution. Since the training and test samples are usually taken from the same distribution, such models can give good accuracy during testing.

For example, one of the most modern neural networks for detecting YOLOv5 objects can be easily deceived by unusual details that are not related to the object itself, or it can take several objects for one.

Language models are also a good example. Despite the fact that the current neural networks are trained on hundreds of gigabytes of text and have billions of parameters, they are still very imperfect. For example, the BERT model mainly learns superficial, stereotypical associations of words with each other (word co-occurrence), and hardly understands the meaning of the text well. The same can be said about RoBERTa, ALBERT, mT5, etc [5].

Even if we talk about modern networks (GPT-3, Gopher, InstructGPT, Wu Dao, etc.), they really have no idea how the world works. The knowledge they have taken from the statistics of texts is very superficial and disconnected from the underlying reality.

In general, the opinion of many researchers agrees that at the moment language models-transformers are far from understanding the meaning of texts in the form in which a person understands them [6].

As you can see, almost any dataset has a limited variety and does not cover all situations in which the correct operation of the model is desirable. There may be "spurious correlations" in the data, which allow predicting the answer with good accuracy only on this sample without complex data analysis.

In the article on the problem of shortcut learning, the authors consider several levels of generalization that machine learning models can achieve [7]:

a) Uninformative features: The network uses features that do not allow you to effectively predict the answer even on a training sample.

b) Overfitting features: The network uses features that make it possible to effectively predict the response on the training sample, but not on the entire distribution from which this sample was obtained [8].

c) Shortcut features: The network uses features that allow you to effectively predict the response to the distribution of data from which the training (and, as a rule, test) sample is taken. The authors call the ability of the algorithm to work with good accuracy on a certain fixed distribution of data independent and identically distributed generalization [9].

d) Intended features: The network uses features that allow you to effectively predict the response in the general case. Such signs will work well outside of the training data distribution, when the "workarounds" are closed.

The situation when the distribution of data differs during training and application is called a distributional shift. The good performance of the model in conditions of data shift is called out-of-distribution generalization (OOD generalization), it is also known as domain generalization, its connection with overcoming the problem of shortcut learning is obvious [10].

Effective out-of-distribution generalization remains an open problem that needs to be solved if we want to further develop AI.

3) *The problem of non-concretization in ML-problems*

This problem is formulated as follows: for each task, there may be an infinite number of different trained models with different weights and computational architectures that give approximately the same accuracy on the training sample or training data distribution from which the test sample is taken. This is a well-known and central problem of machine learning [11]. In the work of D'Amour et al., this problem is called the problem of non-specification of the ML-problem (underspecification of ML-pipeline) [12]. Its essence lies in the fact that when conditions change (going beyond the training distribution) these models can start working very differently and often unpredictably, and the above-mentioned problems of shortcut learning and data leaks greatly

aggravate the situation.

4) *Adversarial attacks*

With the work of Szegedy et al., research began in the field of so-called adversarial attacks on neural networks [13]. The authors have shown that by applying insignificant noise to the image, neural networks can be made to make mistakes in the classification task, predicting a completely different class. Of course, not any noise is suitable for this, but a special pattern that can be found using optimization.

Even more unexpected was the fact that exactly the same noise pattern caused other networks trained with other hyperparameters and on other subsamples of training data to make mistakes on the same image.

In 2017, a very simple way was invented to "deceive" a convolutional neural network: it is enough to stick a sticker with a special pattern on an object, and the network will cease to classify it correctly [14].

The problems of adversarial attacks and insufficient out-of-distribution generalization in computer vision are probably related. Human vision is also susceptible to this type of attack, as optical illusions prove, but it is much more resistant to this.

Conclusion. ML-models often rely on "roundabout" ways to get an answer caused by the lack of diversity of the training data distribution and the presence of parasitic correlations in it (this resembles a data leak). Such a model only simulates the solution of the problem, and therefore may stop working correctly if conditions change.

ML-models have no idea about the problem being solved and the constant increase in the amount of data for training does not make significant progress. To create more stable algorithms, new approaches to machine learning in general are needed.

Models showing the same average accuracy during testing can work significantly differently, which is especially evident outside the data distribution on which the models were trained and tested.

Computer vision systems (and not only) are subject to adversarial attacks, in which the introduction of various interferences or the addition of minor details can spoil the operation of the model.

References

1. *Strong Universal Consistency of Neural Network Classifiers* / A. Farago // Institute of Electrical and Electronics Engineers [Electronic resource]. – 1993. – Mode of access: <https://ieeexplore.ieee.org/document/748747> Date of access: 26.03.2022
2. *Real / Fake Job Posting Prediction* // The University of the Aegean [Electronic resource]. – 2020. – Mode of access: <https://www.kaggle.com/shivamb/real-or-fake-fake-jobposting-prediction> Date of access: 26.03.2022
3. *Unmasking Clever Hans Predictors and Assessing What Machines Really Learn* / S. Lapuschkin // Cornell University [Electronic resource]. – 2019. – Mode of access: <https://arxiv.org/abs/1902.10178> Date of access: 26.03.2022
4. *When Choosing Plausible Alternatives, Clever Hans can be Clever* / P. Kavumba // Cornell University [Electronic resource]. – 2019. – Mode of access: <https://arxiv.org/abs/1911.00225> Date of access: 26.03.2022
5. *GPT u BERT* // [Electronic resource]. – 2021. – Mode of access: http://www.generalized.ru/GPT_%D0%B8_BERT Date of access: 26.03.2022
6. *OpenAI's massive GPT-3 model is impressive, but size isn't everything* / K. Wiggers [Electronic resource]. – 2020. – Mode of access: <https://venturebeat.com/2020/06/01/ai-machine-learning-openai-gpt-3-size-isnt-everything/> Date of access: 26.03.2022
7. *Unmasking Clever Hans Predictors and Assessing What Machines Really Learn* / R. Geirhos // Cornell University [Electronic resource]. – 2020. – Mode of access: <https://arxiv.org/abs/2004.07780> Date of access: 26.03.2022
8. *Интерпретация моделей и диагностика сдвига данных: LIME, SHAP u Shapley Flow* [Electronic resource]. – 2022. – Mode of access: <https://habr.com/ru/company/ods/blog/599573/> Date of access: 26.03.2022
9. *Независимые одинаково распределённые случайные величины* [Electronic resource]. – 2017. – Mode of access: https://en.wikipedia.org/wiki/Independent_and_identically_distributed_random_variables Date of access: 26.03.2022
10. *Domain Generalization in Vision: A Survey* / K. Zhou // Cornell University [Electronic resource]. – 2021. – Mode of access: <https://arxiv.org/abs/2103.02503> Date of access: 26.03.2022
11. *The Need for Biases in Learning Generalizations* / T. Mitchell // Rutgers University [Electronic resource]. – 1980. – Mode of access: http://www.cs.cmu.edu/~tom/pubs/NeedForBias_1980.pdf Date of access: 26.03.2022
12. *Underspecification Presents Challenges for Credibility in Modern Machine Learning* / A. D'Amour // Cornell University [Electronic resource]. – 2020. – Mode of access: <https://arxiv.org/abs/2011.03395> Date of access: 26.03.2022
13. *Intriguing properties of neural networks* / C. Szegedy // [Electronic resource]. – 2021. – Mode of access: http://www.generalized.ru/Intriguing_properties_of_neural_networks Date of access: 26.03.2022
14. *Adversarial Patch* / T. Brown // Cornell University [Electronic resource]. – 2017. – Mode of access: <https://arxiv.org/abs/1712.09665> Date of access: 26.03.2022

METaverse

Zhurauski E.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Lazarenko A.M. – senior lecturer of the department of foreign languages

Annotation. Since the middle of the 20th century people have dreamed that in the future there will be a virtual space in which they will be able to interact with each other and with digital objects using virtual reality technology. With the development of the idea of a metaverse, it becomes real.

Keywords. Metaverse, virtual reality, blockchain, NFT, meta-economy, play-to-earn games.

A metaverse, as imagined by science fiction writers, is a utopian virtual universe that is "freed" from the cultural, social, economic and political problems of reality. In other words, the metaverse is a parallel digital universe that exists in parallel with the real world. The term "metaverse" was coined by the science fiction writer Neal Stephenson in his novel "Snow Crash" in 1992. Stephenson's metaverse is the next stage in the development of the Internet: a shared digital world that combines augmented, virtual and physical realities.

People can connect to it as avatars and do everything they do in the real world: search for information, communicate, store and work - but get away from reality and live in a virtual universe. A person's avatar in the metaverse can be whatever he or she wants and own anything, and death does not mean death in the real world.

Blockchain, cryptocurrencies, and NFT enable verified digital ownership in which users can buy and sell their digital goods as they see fit. NFT, or non-fungible token, is a unit of record that is used to create a digital cast for any unique item. This can include pictures, photos, videos, music, gifs – in short, any content that claims to be unique in any way.

NFT's rise in popularity has been a catalyst for the user-owned meta-economy. Digital goods can exist outside the projects that create them, and be preserved if the project fails, just as you can own old shoes from a company that has already closed down.

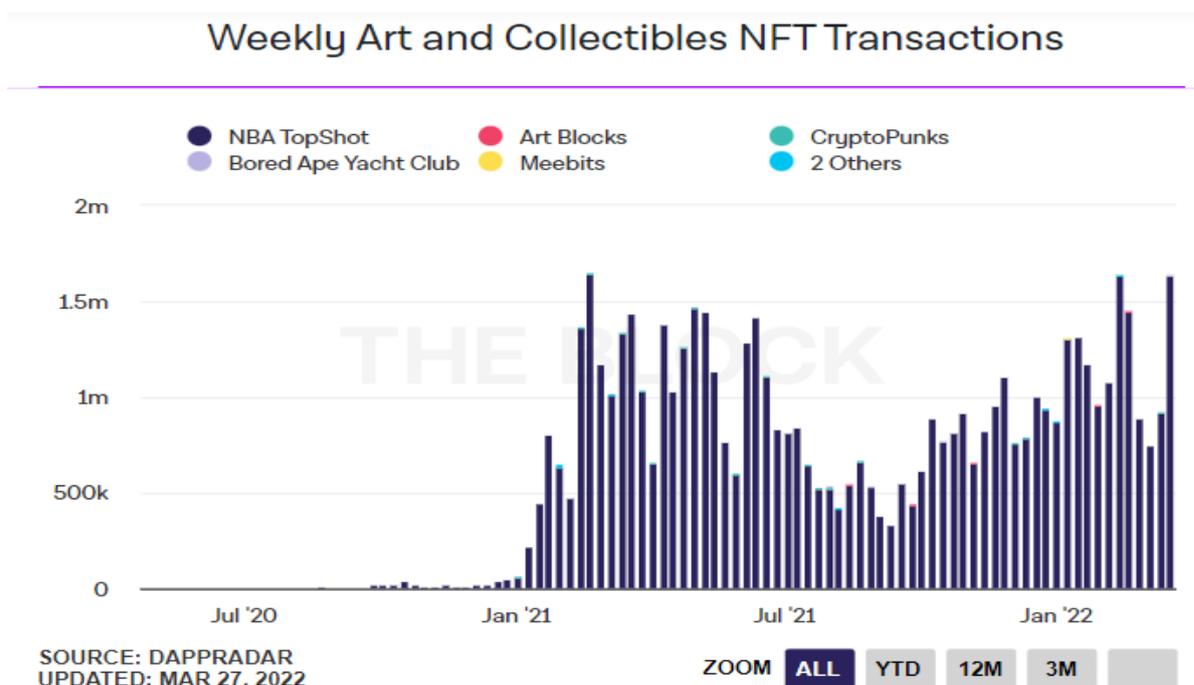


Figure 1 – The weekly art and collectibles NFT transactions (transactions to NFT's smart contracts)

Over the past decade, gaming has evolved into a complex experience that includes playing, watching content, and interacting with other users. In this context, metaverses are the next step in creating a new non-gaming experience.

One of the first major play-to-earn games to incorporate aspects of early metaverse was Second Life. Since its launch in 2003, the game has become so popular that it currently has over 1 million active users.

There are games that have succeeded in developing meta-interaction such as “Fortnite”, “Decentraland” and “Illivium”. There are also ambitious projects like “Mirandus” that will change the way we think about games.

Games are turning into platforms where different users and individual companies can create content and profit from it beyond the core product. This is why publishers are now hosting virtual concerts and fashion shows in their projects, integrating third-party IP, and partnering with other brands.

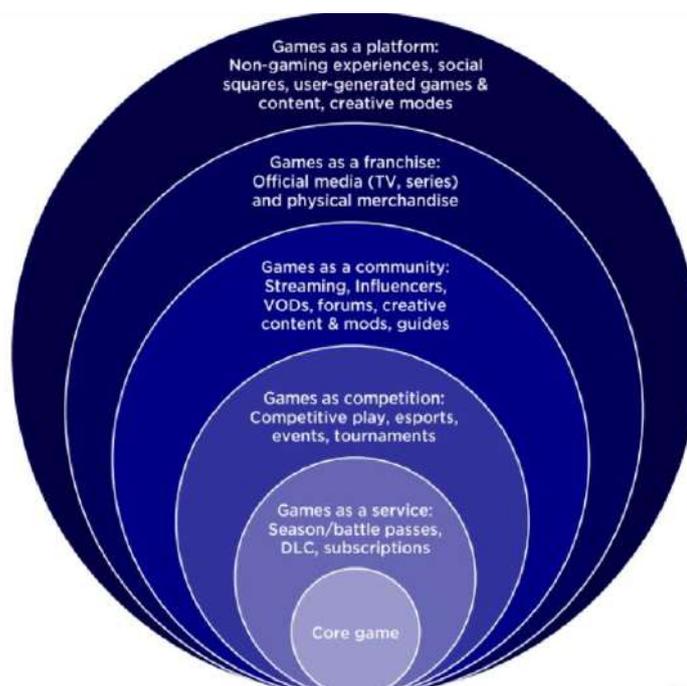


Figure 2 – Metaverse

At the same time, players are using platform games as a place to express themselves. They create their own projects, interact with other users, and run events together.

At the core of any metaverse is the game itself. However, in this case, it becomes a cross-media project with additional elements: games as a platform, games as a franchise, games as a community, games as competition, games as a service.

Over the past few years, the metaverse has evolved from a fantasy future, presented in various works of fiction, into a reality that does exist, though it is in its early stages of development. The groundwork has been laid for the next set of immersive metaverse applications to emerge, and the core technologies behind them are steadily evolving.

References

1. что такое метавселенные и как они изменят игры [Electronic resource]. – URL: <https://app2top.ru/industry/что-такое-метавселенные-и-как-они-изменят-игры-newzoo-188837.html>
2. что такое метавселенные, и зачем она нам [Electronic resource]. – URL: <https://www.profinance.ru/news/2021/10/31/c3vu-что-такое-metavselennaya-i-zachem-ona-nam.html>
3. что такое метавселенная? [Electronic resource]. – URL: <https://habr.com/ru/post/649969/>
4. What Is the Metaverse, Exactly? [Electronic resource]. – URL: <https://www.google.com/amp/s/www.wired.com/story/what-is-the-metaverse/amp>
5. The Metaverse Has Already Arrived. Here’s What That Actually Means [Electronic resource]. – URL: <https://time.com/6116826/what-is-the-metaverse>

INFORMATION SECURITY OF WEB APPLICATIONS

Ivanov A.P.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Perevyshko A.I. – lecturer of the department of foreign languages

Annotation: This article is devoted to the information security of web applications. The main types of attacks and vulnerabilities are considered. The main methods and conditions for countering such attacks are emphasized.

Keywords: web application, XSS vulnerability, DoS attacks, CSRF attacks, SQL injection, security, data, analysis.

Introduction. Due to the active use of the Internet, people have started to use web applications, but today's applications exist in a completely different environment compared to those in the beginning. There are many hackers in the world who are willing to get their hands on any information for a certain reward, thus the problem of leaking information from these sources arises. Most of the applications contain important information which is not to be disclosed, hence it is necessary to secure these applications from the very beginning, hence some security tasks should be done. In this paper, we will consider the types of vulnerabilities, their types and ways to protect against them.

Main part. Most web applications are written in different programming languages such as HTML, Java, CSS, PHP, jQuery. Since all programming languages have different structure, respectively these programs have different vulnerabilities and ways of protection. In order to fully protect your application, you need to act according to a certain plan, which is presented below in figure 1:

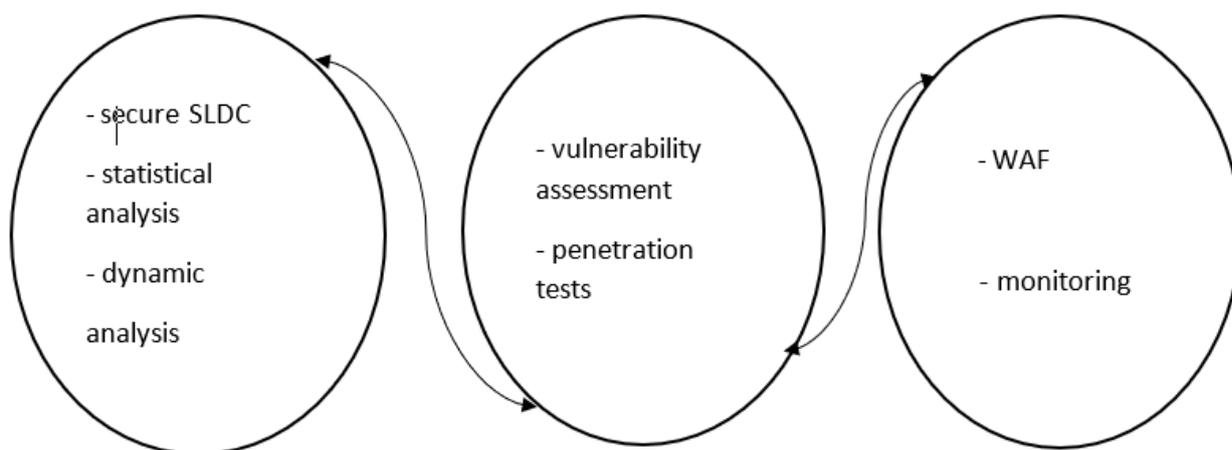


Figure 1 – Secure development, secure deployment, secure use

Now let's look more specifically at each step:

1. Safe development. At this stage, we need to carry out static and dynamic analysis. Statistical analysis is a tool ('white box') which scans errors of source code. Dynamic analysis is a tool ('black box') which scans errors of the launched application.

2. Secure deployment. Vulnerability assessment and penetration tests are performed as early as stage. Vulnerability assessment – the application is scanned with or without an account. Penetration test - hacking of this application in order to identify weaknesses that need to be protected.

3. Safe use. At this stage, the main emphasis is placed on WAF, which scans the application and detects any errors. WAF is a network tool which monitors traffic to the web application.

One of the most popular and widespread vulnerabilities is XSS (cross-site scripting) – a vulnerability resulting from insufficient filtering of data sent to malicious users and its subsequent

output to third parties. There are 3 main types of XSS attacks: stored, reflected, via DOM. Let's take a look at one of these types, stored XSS, which is the most common type.

To counter such an attack, it is necessary to use expression, forbidden script tags, and CSPs. At the moment, these vulnerabilities have become less common, but XSS has been around practically since the advent of the Internet, and the essence of this attack is not changing, but increasing the area of application.

At the moment, the most publicized type of attack is DoS-attacks. DoS-distributed of service, which means denial of service. In this attack, a large number of devices fill the server of any application with requests, and the application begins to slow down its work. There are varieties of this attack, an example is ReDoS-attack and distributed DoS-attack. These attacks use certain code flaws and bugs in it, just the part where regular expressions and actions are used. Since this type of attack is considered massive, the application servers are overflowing with requests from malicious users, thereby ordinary users can't get an answer to their request.

To summarize this attack, they only cause the lack of functionality of the application for a certain period of time. But it should be taken into account that data leakage is possible, so be sure to follow the application code and errors, after such attacks, in order to fix them.

In addition to attacks, there are injections, that is, changing any part of the code. The most common is SQL injection. To detect such an injection is required to make a list of all the parameters that can handle the program, and should check the values of fields HTTP-header. By doing so, you can notice some embedded in the code of the program lines and parts of the code should be replaced by non-integer values, specified in quotation marks. In fact, these errors are among the most common, but to prevent them, you should follow a couple of simple and elementary rules.

As the world is improving, respectively, and improving themselves web-applications, that is, the surface and methods of attack significantly increase every year. Having analyzed all the vulnerabilities and attacks, we can conclude that the main reason for the appearance of such problems is that any user can interfere with the interaction between the browser and web-application server. Thus, data that is false and derived from unofficial sources cannot be trusted.

To prevent the attacks and vulnerabilities described above, you should use modern and innovative methods of writing code. The Cryptography Service Provider (CSP) can also be used. To reduce the risk of an attack, HTTP requests should not be able to change the code or composition of the application. Web application requests should be verified by middleware which helps in reducing the risk and probability of such an attack. The system log of the application must be maintained, which means that the application must have a user registration system and log all requests sent by them. It must be specified in the application code that the user cannot 'grab' resources for any long period of time.

Conclusion. To ensure the safe operation of any web-application should follow a couple of simple rules and in some situations think like an intruder. In order to prevent attacks that are intended by the intruder. This report does not cover all possible attacks and vulnerabilities, but the most important and popular ones that are common in our world. I hope you learned a lot and would be very happy if this report is useful in protecting your application.

References

1. BHV Publishing House-Petersburg, *Tactics of protection and attacks on Web applications* / BHV Publishing House-Petersburg - 2005. - 432c.
2. Andrew Hoffaman, *Web application Security* / Andrew Hoffaman - 2021– - 336c.
3. AK Kamal Security, *WEB applications building a security program* / AK Kamal Security - 2020.- 32c.
4. Georgia Weidman, *Penetration Testing* / Georgia Weidman - 2014. - 531c.

NEUROENGINEERING: PERSPECTIVES OF NEUROPROSTHESES AND NEUROIMPLANTS

Losik R.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Drobysheva A.P. – master of philology, senior lecturer of the department of foreign languages

Annotation. A study was made of the development of prosthetics from the earliest models to the latest. It is considered in the article how the work of the latest models of neuroprostheses is carried out. Proposed possible innovations in the field of neuroengineering in the near future. Considered non-standard possibilities of using neuroprostheses.

Keywords: neuroengineering, neuroprostheses, neuroimplants

Introduction. In our time, it is often possible to find cases when a person receives injuries that don't let him live a full life. Loss of limbs, damage to the brain or spinal cord, which limit the capabilities of a person and cause a lot of problems. To solve these problems, limb substitutes and devices that are implanted in a person and perform a specific function were invented.

The main part. Neuroengineering is a scientific direction as a part of biomedical engineering, which uses engineering methods to study, restore the nervous system. In this paper, we will consider two specific examples from this area: neuroprostheses and neuroimplants.

Firstly, let's look at what people were doing at a time when technologists were not so advanced yet. Wars in ancient Greece did not spare soldiers: about 80% of the wounded died on the day of the battle, and of the remaining 20%, every third died from their injuries. Of course, replacing lost limbs became one of the most important tasks of medicine. In ancient Greece, amputation began to be used at the end of the V – the beginning of the IV century BC. Around the same time, orthopedic surgery began to develop, and the ancient Greeks had the first prostheses, which became an alternative to crutches and sticks for support.

The ancient Egyptians used a similar technology. Archaeologists managed to find artificial toes made of wood in the tombs. As the researchers say, signs of wear and tear demonstrate their vital necessity, and not an aesthetic function. Presumably, they were intended to increase the area of support when walking [1].

Now let's consider what level the technology has reached in this field at the moment. As examples, consider Germany and China. So, Germany. One of the most famous companies for the development of neuroprostheses is the Ottobock concern. One of the developments of this concern is the C-Leg 4, Genium and Meridium prosthetic systems. A representative of a new generation of bionic lower limb prostheses that adapt to the individual characteristics of the gait of their owner. Allows you to walk freely and safely on stairs, rough terrain, loose, hard, heterogeneous coatings instantly stop or start moving. This is all possible thanks to a four-axis design and software that is controlled by artificial intelligence. Aluminum and titanium are used as materials [2].

China is also one of the centers for the development of neuroengineering. At the moment, there are already models that repeat not only the structure of the arm or leg, but also their functions, such as tactile sensations, but at the same time these models are very expensive and have more weight than a real hand. In China, they have already created a prototype of the neuroprosthesis of the hand, which has a great advantage compared to other models.

The prosthesis is made of a soft, elastic material and consists of five finger-balloons, each of which is covered inside with segments of plastic, similar to the articulated bones in real fingers. Bending fingers are attached to the "palm" in the form of a human hand. At the same time, instead of the motors that control the fingers in other models, the prosthesis uses a pneumatic system to precisely inflate the fingers and bend them in certain positions [3].

How do these devices work? Consider this on the example of the Chinese prosthetic arm. As it was mentioned earlier, in this technology is used a pneumatic system of pumps. The developed computer model correlates the desired position of the finger with the pressure that the pump must provide for the finger to take the desired position. With this model, the controller controls a pneumatic system to inflate the fingers in positions that simulate general grips. The pneumatic system receives signals from electromyographic sensors installed in the residual part of the limb. The sensors measure the electrical signals generated by the muscle's motor neurons when a person with an amputated limb thinks about how they would move the brush – for example, clenching a fist, the controller translates these signals into the amounts of air pressure in the artificial fingers. The pump pumps air into the fingers under the right pressure, and the fingers grasp the object. Sensors are installed in the holes of the prosthesis, at the place of its attachment to the user's limb. Also, engineers attached pressure sensors to the tips of all fingers, which, when touching any surface or compressing an object, give an electrical signal proportional to the perceived pressure. Each such sensor is connected to a specific location on the residual part of the limb of the prosthesis user. Due to this, a person can feel when the thumb of the prosthesis is pressed, for example, to the index finger [3].

Absolutely everything in this world is developing, so what awaits us in the future? At the moment, not only new, more functional models of prostheses are being developed, but also neuroimplants that are implanted in the human body. More specifically, there is a development of an implant that will be implanted in the brain and work on the principle of a computing center, which will increase the performance of the brain. And, the development of implants that will replace parts of the nervous system. There are already successful models with which a person with paralyzed legs was able to walk, but, unfortunately, they are very expensive and are not suitable for all people since it is necessary to adjust them to the characteristics of a particular part of the nervous system and a particular person.

Conclusion. Someone will think, why do we need developments in this area? Maybe it's better to develop areas where they study ways to restore lost limbs and grow new organs? They may be right, but let's look at neuroprosthetics technology from a different side.

Yes, neuroprostheses are one of the ways to replace a lost limb, but what happens if you expand its functionality? In this case, the prosthesis will become not only a part of your body, but also a very useful device. After all, in theory, who prevents you from embedding a mini computer there, or a means of communication, or using different nozzles for different professions? That is, if neuroprostheses get a more diverse functionality, then not only people without limbs, but also ordinary people will want to install them, because it is not only strengthening the body, but also new opportunities. The same neuroimplants that will allow you to better control your body and make your brain work at higher capacities. Maybe the future, where cyborgs make up the majority of the population, is not so fantastic?

References

1. Когда появились первые протезы? [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.popmech.ru/science/364932-kogda-poyavilis-pervye-protezy.html>. – Date of access: 15.03.2022.
2. Биологические протезы из Германии. [Electronic resource]. – Mode of access: <https://mednavigator.ru/articles/bionicheskie-protezy-ottobock-iz-germanii>. – Date of access: 10.03.2022.
3. Надувной нейропротез руки получился легче и дешевле аналогов [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.vesti.ru/nauka/article/2601622>. – Date of access: 17.03.2022.

UDC: 004.8

GENERATIVE PRE-TRAINED TRANSFORMER 3 (GPT-3)

Makey P.I.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Lazarenko A. M. – senior lecturer of the department of foreign languages

Annotation. In our time, the Internet has become an integral part of our life. Thanks to new technologies, our experience of using the global network has become even better. One of these technologies is GPT-3

Keywords. Artificial intelligence, gadget, invention, machine learning.

Introduction. Today, the Internet has become a part of everyday life. Millions of people around the world use the world Wide Web for correspondence, calls, meetings, as well as for ordering any goods. The features of one of these technologies: GPT-3, which makes the use of the internet more convenient are described in this paper.

GPT-3 (Generative Pre-trained Transformer 3) is a language model that was created by OpenAI, artificial intelligence research laboratory in San Francisco. It requires a small amount of input text to generate large volumes of relevant and sophisticated machine-generated text [1].

The main part. GPT-3's deep learning neural network is a model with over 175 billion machine learning parameters. To put things into scale, the largest trained language model before GPT-3 was Microsoft's Turing NLG model, which had 10 billion parameters. In early 2021, GPT-3 is the largest neural network ever produced. As a result, GPT-3 is better than any prior model for producing text that is convincing enough to seem like a human could have written it [2].

In terms of where it fits within the general categories of AI applications, GPT-3 is a language prediction model. This means that it is an algorithmic structure designed to take one piece of language and transform it into what it predicts is the most useful following piece of language for the user [3].

It can do this thanks to the training analysis it has carried out on the vast body of text used to "pre-train" it. Unlike other algorithms that, in their raw state, have not been trained, OpenAI has already expanded the huge amount of compute resources necessary for GPT-3 to understand how languages work and are structured. The compute time necessary to achieve this is said to have cost OpenAI \$4.6 million [3].

To learn how to create language constructions such as sentences, it uses semantic analytics — it studies not only words and their meanings, but also gathers understanding of how the use of words differs depending on other words also used in the text.

It's also a form of machine learning termed unsupervised learning because the training data does not include any information on what is a "right" or "wrong" response, as in the case with supervised learning. All of the information it needs to calculate the probability that its output will be what the user needs is gathered from the training texts themselves [3].

This is done by studying the usage of words and sentences, then taking them apart and attempting to rebuild them itself [3].

For example, during training, algorithms may encounter the phrase "there is a red door in the house". Then it is given a phrase again, but with a missing word – for example "there is a red X in the house.

He then scans the entire text in its training data – hundreds of billions of words arranged into a meaningful language – and determines which word should be used to recreate the original phrase.

To begin with, it will probably make mistakes potentially millions of times. But eventually it will find the right word. By checking its original input data, it will know that it has the correct output data, and "weight" is assigned to the algorithm process that provided the correct answer. This means that it gradually "learns" which methods are most likely to lead to the correct answer in the future.

The scale of this dynamic "weighing" process is what makes GPT-3 the largest artificial neural

network ever created. It was noted that in some way there is nothing new in what it does, since transformer models of language prediction have been around for many years. However, the number of weights that the algorithm dynamically stores in its memory and uses to process each request is 175 billion – ten times more than its closest competitor, manufactured by Nvidia.

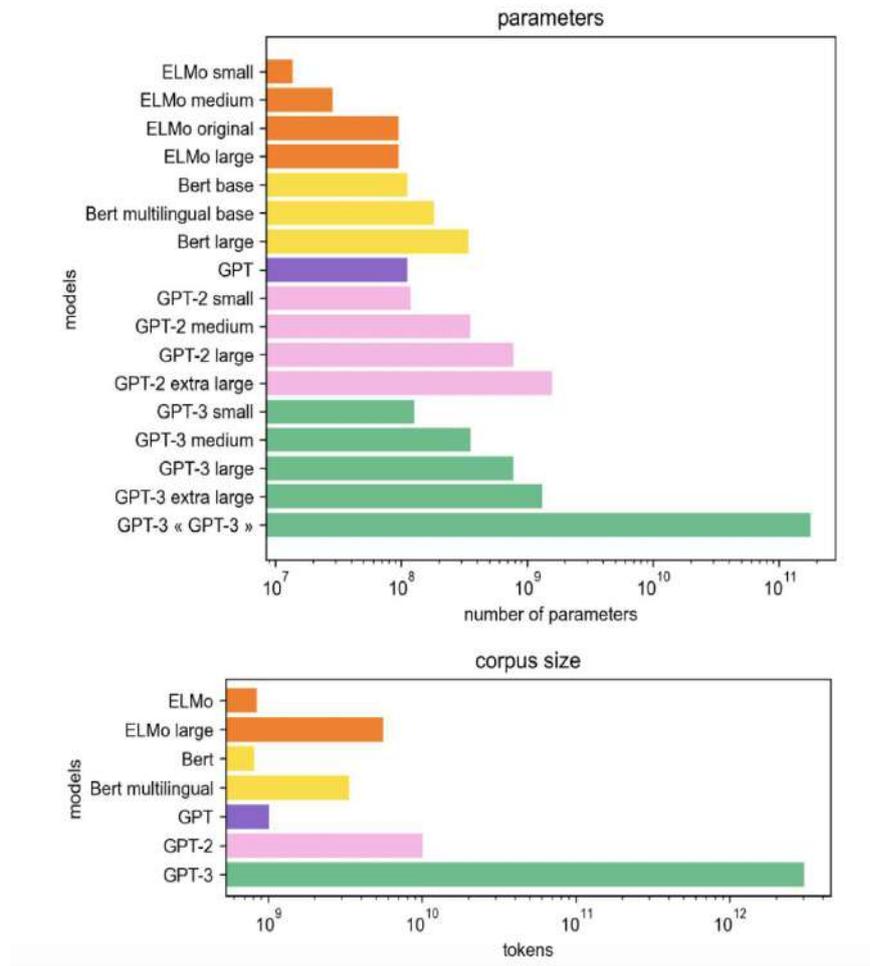


Figure 1 – Comparison of the number of parameters among the most popular models

Conclusion. GPT-3 has attracted a lot of attention since last summer because it is by far the largest and possibly the most powerful language model created at the time of writing this article. However, GPT-3 still suffers from a number of limitations (GPT-3 has limited input and output sizes, has leaks of any form of memory, cannot ‘Understand’ Semantics, etc.) that make it far from an ideal language model or AGI example. If you want to use GPT-3 for research or commercial purposes, you can apply to use the Open AI API, which is currently in closed beta. Otherwise, you can always work directly with GPT2, which is publicly available and open source thanks to HuggingFace’s transformers library. All in all, it’s a fair conclusion that GPT-3 produces results that are leaps and bounds ahead of what we have seen previously.

References

1. What is GPT-3 and why is it so powerful?: [Electronic resource] - <https://towardsdatascience.com/what-is-gpt-3-and-why-is-it-so-powerful-21ea1ba59811>
2. GPT-3: [Electronic resource] - <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/GPT-3>
3. What Is GPT-3 And Why Is It Revolutionizing Artificial Intelligence?: [Electronic resource] - <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2020/10/05/what-is-gpt-3-and-why-is-it-revolutionizing-artificial-intelligence/?sh=586d8e5a481a>

LI-ION AND LI-POL BATTERY

Orehov I.A., Pikuza E.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

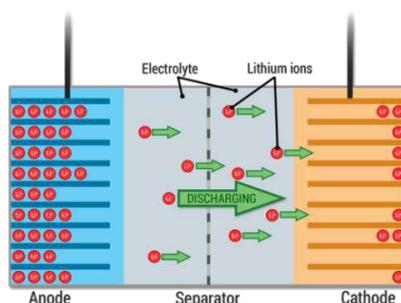
Sokolova M.A. – lecturer of the department of foreign languages

Annotation. Engineering thought is constantly developing: it is stimulated by constantly emerging problems that require the development of new technologies for their solution. At one time, nickel-cadmium (NiCd) batteries were replaced by nickel-metal hydride (NiMH), and now lithium-polymer (Li-pol) are trying to take the place of lithium-ion (Li-ion) batteries. NiMH batteries to some extent pushed NiCd. But what is the situation with lithium batteries? What are their features and how do Li-pol batteries differ from Li-ion? Let's try to understand this issue.

Keywords: Li-ion battery, Li-Pol battery, application of Li-ion and Li-Pol batteries, characteristics of Li-ion and Li-Pol batteries.

The first experiments on the creation of lithium batteries began in 1912, but only six decades later, in the early 70s, they were first introduced into household devices. And, I emphasize, it was the batteries. Subsequent attempts to develop lithium batteries (rechargeable batteries) proved unsuccessful due to problems related to ensuring the safety of their operation. Lithium, the lightest of all metals, has the greatest electrochemical potential and provides the greatest energy density. Batteries using lithium metal electrodes are characterized by both high voltage and excellent capacity. But as a result of numerous studies in the 80s, it was found out that the cyclic operation (charge — discharge) of lithium batteries leads to changes on the lithium electrode, as a result of which thermal stability decreases and there is a threat of the thermal state getting out of control. When this happens, the temperature of the element quickly approaches the melting point of lithium — and a violent reaction begins with the ignition of the gases released.

The most obvious design difference between real lithium-ion and lithium-polymer batteries lies precisely in the type of electrolyte that is placed between positively and negatively charged electrodes. In the first case, a liquid substance is used, in the second - a porous chemical or gel-like material. The latter is now increasingly used in modern laptops and some electric vehicles. Nevertheless, due to the high cost, its distribution, despite some obvious advantages, is still quite limited. Lithium polymer batteries have a principle of operation similar to lithium-ion cells, that is, they work on the reversibility of a chemical reaction. Here, the anode is a material made of carbon, where lithium ions are introduced. Vanadium, manganese or cobalt oxides are used in the cathode. The operation of such a battery is based on the ability of polymers to transition to a semiconductor state due to the inclusion of electrolytic ions in them. Lithium salts are still used here as the chemical basis of the electrolyte. However, they are located in the corresponding polymer gasket, which is located between the cathode and the anode. Due to this, lithium polymer batteries can be made in any arbitrary shape.



Picture 1 – Battery working principle.

To find out, taking into account individual priorities, which is better, Li-polymer or lithium-ion battery, you need to compare their characteristics. This is easy to do with the help of a comparison table:

Table 1 – Technical characteristics of li-ion and li-pol batteries.

Technical specifications	Li-ion battery	Li-Pol battery
Energy intensity	high	low, the number of charge and discharge cycles is less
Standard size	small selection	high choice, independent of the standard cell format
Weight	slightly heavier	light
Capacity	less	Almost twice as high at the same size
Battery life	approximately the same	
Risk of explosion and fire	higher	built-in protection against electrolyte leakage and overcharges
Charging time	longer	shorter
Wear and tear	up to 0.1% monthly	less active
Price	cheaper	more expensive

In general, lithium-polymer batteries are gradually replacing lithium-ion batteries in the smartphone industry due to their safety, universal form factor and low weight - this applies to devices of the upper and middle line. Although more affordable phones will probably use lithium-ion battery technology for some time yet.

Lithium-ion current sources are widely used in various fields. They are used to equip digital electronics, personal electric vehicles, robots, battery tools, wheelchairs and many other devices. They have standardized standard sizes, are easily matched to the necessary parameters and are well known to consumers. Powerful batteries are successfully used for devices requiring high short-term current consumption.

Lithium-polymer energy storage devices allow you to get the right capacity with a smaller size and weight of the current source, therefore they are in demand in portable devices, quadrocopters, toys, airsoft guns. The main differences between Li-polymer batteries are a higher price, a large variability of shapes and a smaller number of internal loads.

In practice, both types of batteries have similar characteristics, so the choice preferences depend mainly on the scope of use. In addition to the type of battery and the cathode substance, the characteristics of the current source are affected by the quality of the raw materials used and the production technology.

References:

1. *Lithium-ion and lithium-polymer batteries [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.ixbt.com/mobile/review/lipol.shtml>. – Date of access: 20.03.2022.*
2. *Lithium-ion and lithium-polymer batteries: what is the difference? [Electronic resource]. – Mode of access: <https://zen.yandex.ru/media/apptime/litiiionnye-i-litiiipolimernye-akkumulatory-v-chem-raznica-5f50a9a22506f211d16d6779>. – Date of access: 20.03.2022.*
3. *Lithium-ion vs. lithium-polymer: what is the difference between batteries in modern smartphones [Electronic resource]. – Mode of access: <https://trashbox.ru/link/li-ion-and-li-pol-batteries#chapter-3>. – Date of access: 20.03.2022.*
4. *What is the difference between Li-ion and Li-Pol battery? Which option is better to choose? [Electronic resource]. – Mode of access: <https://virtustec.ru/news/chto-vybrat-litij-ionnyj-ili-litij-polimernyj-akkumulyator.html#subtitle4>. – Date of access: 20.03.2022.*
5. *What is the difference between Li-ion and Li-Pol? Application and cost [Electronic resource]. – Mode of access: <https://electric-wheels.ru/batterie/chem-otlichaetsya-li-ion-akkumulyator-ot-li-pol#1>. – Date of access: 20.03.2022.*
6. *Lithium-ion and lithium-polymer batteries [Electronic resource]. – Mode of access: <https://electrosam.ru/glavnaja/jelektrooborudovanie/jelektropitanie/litii-polimernye-akkumulatory/>. – Date of access: 20.03.2022.*

EFFECTS OF WAVES ON THE BRAIN

Prohorchik A.O.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Lazarenko A.M. - senior lecturer of the department of foreign languages

Annotation. Since the last century, research in the field of neurobiology has been actively conducted. Scientists are studying the human brain, carrying out experiments on other animals. It has been scientifically proven that the brain is affected by flashes of light, sound, and electromagnetism. This makes it possible to influence it with the help of these waves. Analyzing experiments in the paper, it was found that scientists learned to control a person at a distance of more than 10 kilometers in the middle of the last century, now similar methods are used to create devices for controlling human brain activity for auxiliary purposes: treating diseases, mental disorders, increasing efficiency, improving emotional human condition. The benefits of modern technologies of this direction are characterized.

Keywords: sound waves, brain, electromagnetic waves, optogenetics, human mind control.

Introduction. The brain is one of the most complex systems in the world, the most important part of the human body. The principle of its operation is based on the processing, sending and receiving electrical impulses of various frequencies using neurons and neural connections.

Since the 20th century, many prominent psychologists have been interested in how the brain can be influenced from the outside. About 20 laboratories in the USSR developed various devices for controlling and creating artificial impulses perceived by the brain. During World War II, psychological weapons were being developed.

So, among other experiments, the “Ray of Death” installation was created by Japanese scientists, capable of jamming equipment at a distance of up to 10 kilometers with electromagnetic waves of a customizable frequency, and having a detrimental effect on living organisms, but the development was abandoned.

According to official data it is possible to conclude that the development of this type of impact continues. Sensitive microcircuits, chips, special LEDs - a variety of devices are developed in special scientific psychological laboratories. However, now the goal of such developments is to stimulate certain parts of the brain with special signals to help people.

Main part. Since 1956, the neuroscientist James Olds, in the course of experiments, has identified areas in mice in which current stimulation did not cause discomfort to the experimental subjects, but, on the contrary, gave pleasure. Scientists taught mice to press a button by themselves and stimulate the pleasure area in the brain. The experimental time could last up to 12 hours, and all this time the animal it constantly experienced the emotions of happiness.

In another experiment, researchers at James Olds kept rats hungry for four hours and then ran them through a T-maze that had food on one side and a lever that activated electrodes on the other. The test subjects ran to the lever anyway, because brain stimulation is directly more effective than eating food.

Now the method is sometimes used to treat severe forms of depression, when they can not be cured in any other way. Using this method, you can make animals radio-controlled: by placing three electrodes in the brain of a rat in the area with the right and left vibrissae and the pleasure center, you can train the rat to run in a certain direction. Researchers wanted to use such developments of trained rats even instead of people in hard-to-reach places: narrow tunnels or under the rubble of a house.

In the 21st century, a new promising method of influence has appeared - optogenetics. The essence of optogenetics is: scientists make certain changes to the mouse genome so that certain nerve cells can be activated or put to sleep by a flash of light. Then, the thinnest LEDs are introduced into the brain of such a mouse near the modified neurons. When the LEDs are activated, sensitive neurons

are activated, stimulating some area of the brain. Just such a wireless optogenetic apparatus is described in "Nature Neuroscience" by employees of Northwestern University.

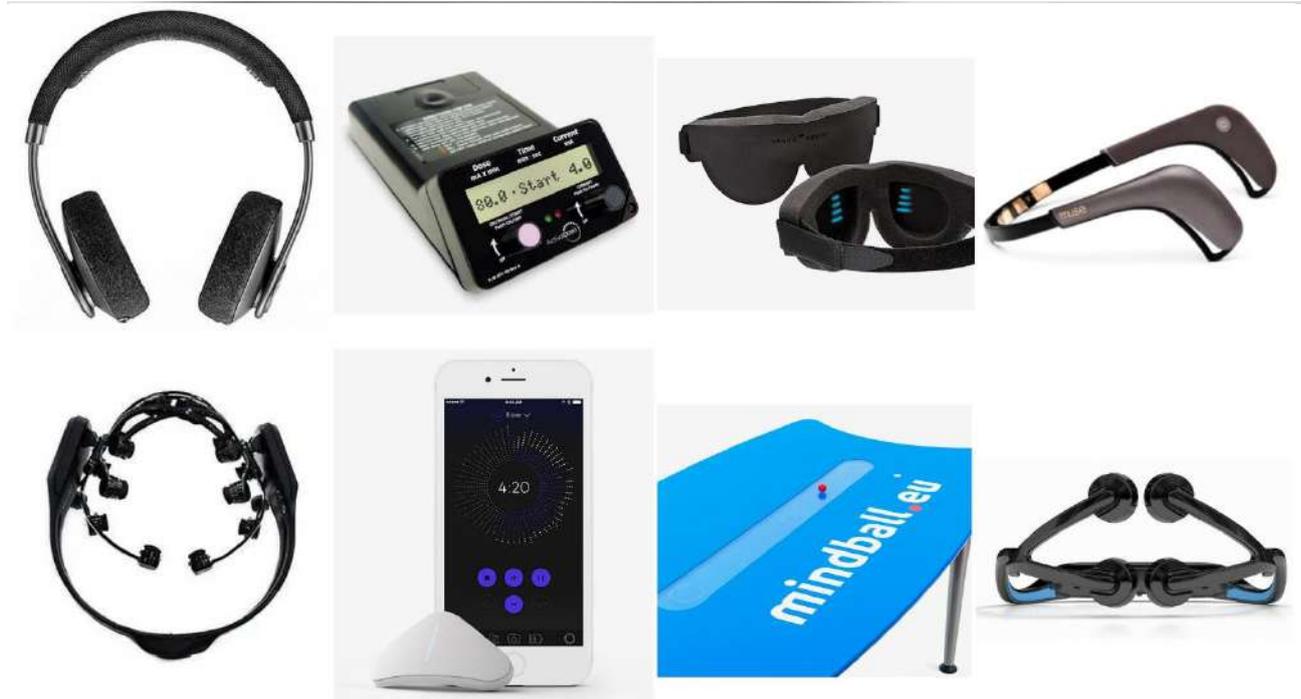
However, the brain can be influenced not only by electromagnetic or light waves, but also by sound. So one way is binaural beats.

Binaural beats are an auditory illusion that occurs when you listen to sound signals of two close frequencies, each of which is delivered to only one ear, and as a result you hear the third sound at a frequency that is the difference between the first two.

In fact, our brain is very influenced by music or sound, it happens subconsciously. In the mall, at home with headphones, in the office at work or at the parade, the brain picks up musical vibrations of a certain volume, tone, rhythm. During processing, various parts of the brain begin to work, the algorithms of our consciousness turn on, analyzing the information received and creating a response.

Using this method of influence, it is possible to achieve a change in the rhythm of the heart, breathing, mood (this effect is called the "Mirror Neural System", when we automatically recognize the mood of the interlocutor or the emotional message laid down by the composer and adjust to it, present the pictures associated with our personal life), movements (for example, dancing to the beat of music or shuddering from sharp transitions of the melody). It is also possible to increase the concentration of attention, acquire motivation, manage your inner state of mind.

Of course, such a vast trading field could not remain empty, so special gadgets (picture 1) are being actively developed to improve sleep, stimulate memory, treat depression, drug, tobacco and alcohol addictions, control brain activity, fatigue and etc. There is even a "Mindball Game" - a game for two with the main condition - you need to relax and roll the ball to the edge of the table with the power of thought.



Picture 1 - Special gadgets

However, opinions about the benefits and generally the presence of the effect are divided. Some scientists argue that modern devices have a negative effect on the brain, for example, in the treatment of addiction or schizophrenia, memory may deteriorate. Societies of people who oppose the global chipping of the population sound the alarm about such developments. People agree to voluntary brain chipping in order to be able to control it, but at the moment the issue of long-term consequences has not yet been fully studied. Some patients are simply subjected to the placebo effect.

Conclusion. The results of numerous studies and analysis made it is possible to draw several conclusions. Of course, many experiments have been useful, they have revealed a lot of new things about our brain, on the basis of which humanity can now create auxiliary gadgets, chips. Now it is really possible to control the animal remotely by sending commands from a regular phone. We can even simply turn on certain music, selected by special algorithms, bring certain information or installation there, receiving part of the control over consciousness. This is a great progress in the development of humanity.

However, not everything is so clear. Projects for the production of special devices for influencing the brain are not very popular in wide circles, such a business is quite expensive, it requires good specialists and interest in ensuring that every ordinary person can train himself to control himself. Still, the prospect of falling under someone else's will is not very pleasant for people. In the modern world around each of us, no matter how often we put our phone away, there are a huge number of sources of electromagnetic radiation that can affect us completely imperceptibly. Of course, there are some ways to protect against this type of radiation, for example, special shielding fabrics or building materials, devices for eliminating static electricity, creating safe areas, and etc. But even if you protect yourself from electromagnetic waves, there are at least light and sound waves, which are incredibly difficult to fully protect against, because we all cannot live in spacesuits. The data of some sources are reminiscent of the past serious tense. Half a century ago, special devices and machines for psychological mass impact were already created, for the humane purposes of improving the general mood of the inhabitants, of course. The old developments of government projects were carried out in different countries under the strictest control. After the collapse of the USSR, such studies were stopped on the territories of the Union republics, and the effect of some developments was not proven. Currently, there is another very strong type of influence on a person - the impact of waves of information.

We should be careful with the information that we receive from outside, learn to analyze, develop our own will and control over ourselves. The strength of the spirit can save you from being manipulated and thereby, perhaps even save someone's life.

References

- 1.Explained: Можно ли хакнуть мозг с помощью звука: [Electronic resource].– URL: <https://habr.com/ru/company/alconost/blog/501144/>
- 2.Explained: Исследователи выяснили, как повысить эффективность обучения при помощи нейронной связи: [Electronic resource].– URL:<https://iq.hse.ru/news/207759860.html>
- 3.Explained: Биологические ловушки мозга Лекция Аси Казанцевой о знаменитых психологических экспериментах: [Electronic resource].– URL:<https://lenta.ru/articles/2015/02/12/psikh/>
- 4.Explained: Мыши на дистанционном управлении: [Electronic resource].– URL:<https://www.nkj.ru/news/41401/>
- 5.Explained: Управление мозгом с помощью лазера: [Electronic resource].– URL:<https://habr.com/ru/post/58859/>
- 6.Explained: Корейцы придумали незаметные мозговые имплантаты, позволяющие управлять мозгом через смартфон: [Electronic resource].– URL:<https://3dnews.ru/1031390/koreytsi-privdumali-nezametnie-mozgovie-implantati-pozvolyayushchie-upravlyat-mozgom-cherez-smartfon>
- 7.Explained: КАИСТ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР: [Electronic resource].– URL:https://news.kaist.ac.kr/newsen/html/news/?mode=V&mng_no=12111
- 8.Explained: Психотроника, управление сознанием: [Electronic resource].– URL:<https://litportal.ru/avtory/aleksandr-matancev-18494300/kniga-psihotronika-upravlenie-soznaniem-sravnienie-s-tehnolo-1235564.html>
- 9.Explained: 8 гаджетов, которые влияют на работу мозга: успокаивают, бодрят и делают умнее: [Electronic resource].– URL:<https://daily.afisha.ru/brain/4888-8-gadzhetov-kotorye-vliyayut-na-rabotu-mozga-uspokaivayut-bodryat-i-delayut-umnee/>
- 10.Explained: Эффективные средства защиты от электромагнитных полей. Сохраните здоровье своих детей!: [Electronic resource].– URL:<https://simvolt.ua/ru/efektivni-zasobi-zakhistu-vid-elektromagnitnikh-poliv.-zberezhit-zdorovya-svoyikh-ditey/>
- 11.Explained: Ритмы Бергера: [Electronic resource].– URL:<https://academic.oup.com/brain/article/133/1/3/314887>
- 12.Explained: Ритмы головного мозга: [Electronic resource].– URL:https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B8%D1%82%D0%BC%D1%8B_%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%BC%D0%BE%D0%B7%D0%B3%D0%B0
- 13.Explained: Фотостимуляция: [Electronic resource].– URL:<https://zrenie.dp.ua/services/fotostimuliaciia>
- 14.Explained: Как музыка воздействует на мозг? Условные рефлексy, нейрофизиология звука и эмоциональное заражение: [Electronic resource].– URL:<https://discours.io/articles/theory/music-and-brain>
- 15.Explained: Работает ли музыка для мозгов и бинауральные ритмы?: [Electronic resource].– URL:<https://youtu.be/Tegkz1V1dUA>

UDC 004.738.5:336.02

NFT AS THE BASIS OF DIGITAL SPACE*Tsiunchyk D.R.**Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus**Kushnerova S. E. – lecturer of the department of foreign languages*

Annotation. This article explains what NFT technology is, why it has become so widespread and what its applications already exist. We will analyze whether it is a temporary hype or our common future in the digital world and classify the key advantages and disadvantages of this technology. Finally, the article describes the situation that has developed in the market regarding NFT technologies.

Keywords: blockchain, NFT, financial products.

In 2022 everyone has already heard about such a revolutionary technology as blockchain. But its use is impractical and expensive for storing and maintaining big data. If to consider videos, music, high-resolution images, social networks - traditional blockchain is not suitable for storing all the above-mentioned. During the development of blockchain technologies, NFT solved this problem.

A Non-fungible token is a file in which a unique sequence of characters is embedded, in which information about the owner and authenticity of the token is encrypted. The transfer is carried out using transfers based on the Ethereum blockchain, the so-called “smart contracts”, and the cost, as in any market, is determined by the “supply-demand” scheme [1].

Any common items (ex. headphones) are interchangeable goods: an unlimited number of them can be released and they will all be the same. Currencies and cryptocurrencies also have the property of interchangeability, but in addition they are also subject to fragmentation, for example, a dollar can be exchanged for two 50 cent coins. In contrast to them NFT cannot be replaced by an analog or divided into parts.

There are two ways to create NFT: either independently minted in the blockchain using a programming language or created on special platforms where the process is automated. In the second case it is enough to register on the site, upload a file, attach a description and pay a commission. Moreover, files can be of any format: text, photos, videos, 3d models, and even domain names for websites.

Secure digital ownership and authentication open up new forms of application on a daily basis. The main areas are considered:

1. Art and collectibles.
 - The oldest auction house Sotheby's put up for sale NFT in April 2021 and earned \$100 million in a year. According to Christie's, in 2021 NFT sales accounted for 8% of total sales of works of contemporary art [2].
2. Tags for determining originality.
 - In 2019 Nike patented a system called CryptoKicks to verify the authenticity of physical sneakers [3].
3. Advanced Financial products.
 - Lending secured by NFT. This is possible due to the steady growth of verified NFT collections. (NFTFi)
 - Using NFT technology as an insurance contract: "Insure from Yearn Finance".
4. Social networks.
 - In January 2022 the social network Twitter announced the introduction of NFT.
5. Gaming industry – GameFi.
 - In December 2021, Ubisoft announced Ubisoft Quartz, "NFT initiative that allows you to buy artificially scarce digital items using cryptocurrency" [4].
6. Metaverses.

– A social world where you can spend time - having fun with friends, socializing, receiving banking services or working. A place where you can organize a business meeting, a new concert or a project presentation without wasting time and money.

In the coming years, the sphere will continue to develop and we'll see examples of use in new, non-obvious areas of activity. At the moment, NFT is the key to the most important technological trends of the decade. NFT makes cryptocurrencies and blockchain more accessible to the mass user.

Let's define top advantages of blockchain and its components for NFT:

1. Digital ownership and authentication of the NFT tag.
2. Creating and selling an NFT is technically an easy task and can be done by anyone.
3. Decentralized data storage.

– At the moment, data on smart contracts and NFT cannot be hacked, stolen or changed.

4. The speed of work is around a million transactions per second.
5. Low commissions.
6. Proof of copyright and deductions

–The author can set royalties from the sale of his NFT. If the NFT is resold later, the author will receive a percentage of the profits.

7. Scalability.

– Blockchain is ready to accept billions of people into its ecosystem [5].

Due to the widespread use of NFT technologies and their integration into our daily life, a number of problems have appeared:

1. Fraud based on NFT.
2. The ability to disable the server that stores links to keys.
3. With the purchase of NFT, no copyrights are legally transferred to the user. There is another situation when the existence of NFT violates the copyright.
4. The absence of large-scale universally recognized projects.
5. Investment risks [6].

However, all these problems can be solved. NFT raises a lot of legal and technical disputes, but as the market matures, they will be resolved. Besides, the advantages of NFT always have the upper hand over the limitations. It is possible to address the existing limitations of NFT with slight adjustments and ensure the best results.

There is no doubt that NFT is a promising technology that will stay with us for a long time. It was recognized in 2017 and developers from all over the world are in the process of integrating it, searching for its application in all possible forms. Furthermore, the NFT space is fast-changing and new projects pop up every day. It is difficult to predict the future of NFT, but one thing is for sure, it is here to stay. One important factor is the ability of NFT to provide utility in games and other applications.

In my opinion, at the moment the main problem of NFT is that the projects lack a flagship, there is no universally recognized project or example to rely on. Many companies have taken a wait-and-see attitude and are monitoring the market situation. As soon as this project appears, this one will become a new round of digital progress, comparable to the appearance of the opportunity for everyone to enter the digital space.

References

1. Non-fungible token [Electronic resource] - March 2022 - URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Non-fungible_token – Date of access : 27.03.2022.
2. Bored Ape NFT auction on Sotheby's closes with \$6 million premium [Electronic resource] / M.K. Manoylov - September, 2021, URL: <https://www.theblockcrypto.com/linked/117125/bored-ape-nft-auction-on-sothebys-closes-with-6-million-premium> – Date of access : 27.03.2022.
3. Nike Officially Secures Patent for "Cryptokicks" Cryptocurrency System (UPDATE)[Electronic resource] / Nia Groce - December 24, 2019 - URL: <https://hypebeast.com/2019/4/nike-cryptocurrency-cryptokicks-trademark-patent> – Date of access : 27.03.2022.
4. Ubisoft начала продавать игровые NFT-токены. Компания намерена интегрировать блокчейн-технологии в свои игры [Electronic resource] / Алексей Панков - 7 декабря 2021 - URL: <https://games.mail.ru/pc/news/2021-12-07/ubisoft-nachala-prodat-nft-tokeny/> – Date of access : 27.03.2022.
5. TON -The Open Network [Electronic resource] - February 4,2022 - URL: <https://ru.ton-telegram.network/ton-nft/> – Date of access : 27.03.2022.
6. Джейтег за миллион. Почему NFT-токены – золотая жила для мошенников [Electronic resource] / Эксплоит - 15 января 2022 - URL: <https://www.exploit.media/stories/nft-scam/> – Date of access : 27.03.2022.

UDC 004.777

WHAT IS WEB 3.0 AND WHAT IT MEANS FOR US

Tushinsky S.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

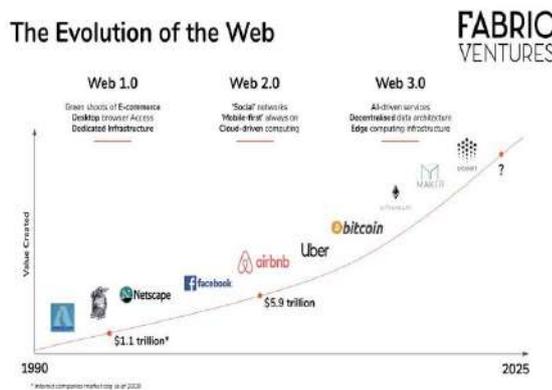
Lazarenko A.M. - senior lecturer of the department of foreign languages

Annotation. Web 3.0 is the upcoming third generation of the Internet where websites and apps will be able to process information in a smart human-like way through technologies like machine learning, Big Data, decentralized ledger technology, etc. Web 3.0 will bring us a fairer internet by enabling the individual to be a sovereign. True sovereignty implies owning and being able to control who profits from one's time and information.

Keywords. Web 1.0, Web 2.0, Web 3.0, blockchain, metaverse, decentralized finance, cryptocurrencies.

Web 3.0 is an idea for a new iteration of the World Wide Web based on blockchain technology, which incorporates concepts such as decentralization and token-based economics. In the 2020s, more companies, developers, and users are talking about Web 3.0, the third “generation” of the Internet, in which blockchain technologies will play a major role. According to the new philosophy, power will no longer be concentrated in the hands of large corporations and institutions. But in order to understand more accurately what Web 3.0 is, we should know what stages were before.

The entire phase of Web 1.0 lasted from 1991 to 2004. Many people describe this stage as “Read Only”, which explains the basic concepts. Users were only able to view pages and interact with content. The Internet has not yet developed opportunities for users to participate in content creation, they only consumed what appeared on web resources. No authorizations, trackers and registrations.



Picture 1 – The evolution of the web

We have had Web 2.0 from 2004 until now. During this time the web evolved a lot. The exponential growth of Web 2.0 has been driven by key innovations such as mobile Internet access, social networks and cloud technologies. But the most important difference from Web 1.0 is that not only users get information from pages, Web-pages started getting information from us. As we viewed Facebook, Youtube and performed Google searches, these centralized companies started collecting data about us, so that they could serve us better content, which in turn would make us stay on their website longer. Web 2.0 – age of targeted advertising and lack of privacy.

The main concepts of Web 3.0 were outlined by Jason Calacanis in 2007. He believes that on the basis of Web 2.0 there should be a new space that solves the main problems. Tim O'Reilly supported the ideas of Calacanis at the time, and also noted that Web 3.0 should go beyond the usual understanding of the Web and begin to "interact with the physical world". In order to understand the

next stage of the Internet, we need to pay attention to the following characteristics: Decentralization, Artificial Intelligence and Machine Learning, 3D Graphics and Spatial Web and Freedom.



Picture 2 – Top 15 cryptocurrency

Web 3.0 cannot exist without blockchain technology. Blockchain serves as the foundation of Web 3.0. Web 3.0 would not be possible without the systems provided by blockchain. The enhanced security and privacy offered with blockchain is something that the developers of Web 3.0 are using to appeal to internet users. Since blockchain is a decentralized system, there is no single point of control that could be easily hacked. For Web 3.0, this means that individual websites and the internet, in general, would be much more secure against attacks. Users would not have to worry about their information being deleted or compromised. Together, Web 3.0 and blockchain will allow for better cryptocurrency trading and mining.

Because of its key decentralization feature, Web 3.0 also affects such an area as the economy, which leads to decentralized finance (DeFi). Such services allow you to change and invest in currencies, borrow and lend, secure loans. Only bankers are no longer needed to make transactions, so costs are lower and there is no bias. There are about \$200 billion in DeFi protocols as of October 2021.

Cryptocurrencies – it's a digital currency that doesn't rely on any central authority, such as banks and governments. It is used in peer-to-peer transactions that are stored on the blockchain, and that can be stored in digital wallets. These digital currencies have different values and can be converted into real life money. There are 2 types of cryptocurrencies: Crypto Coins, tokens. What you need to keep in mind is that these are types of virtual money that we can use on the Web 3.0 like in the real world, where you have different currencies for different countries.

We've seen how blockchain technology, specifically NFTs, can enable people to participate in virtual worlds, like the metaverse, in recent releases. NFTs are digital assets with programmed scarcity, and as such is an ideal tool to represent ownership of unique virtual assets and digital identity in Web 3.0 and the Metaverse. Metaverses are blockchain-based digital 3D universes that allow anyone to create assets, socialize, play games, invest, and etc. These digital worlds are accessible and extensible thanks to blockchain.

Web 3.0 and metaverses are what awaits us in the near future. The dawn of Web 3.0 will mark the first time in history when biological and artificial intelligence will be globally interconnected and interoperable. It will also redefine the mechanics of human-machine interactions, by facilitating trustless data transfers, automatized, cryptocurrency-based payments, seamless ownership transfers, and much more.

References

1. Web3: [Electronic resource]. – URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Web3>
2. What Is Web 3.0?: [Electronic resource]. – URL: <https://coinmarketcap.com/alexandria/article/what-is-web-3-0>
3. Что за Web 3.0, о котором все говорят, и какие недостатки нынешнего интернета он намерен исправить: [Electronic resource]. – URL: <https://vc.ru/future/331769-cto-za-web-3-0-o-kotorom-vse-govoryat-i-kakie-nedostatki-nyнешnego-interneta-on-nameren-ispravit>
4. Что такое Web 3.0, и почему он всем стал нужен: [Electronic resource]. – URL: <https://habr.com/ru/post/653533/>
5. Crypto 101: Web 3.0, Blockchain and Cryptocurrencies Simply Explained: [Electronic resource]. – URL: <https://metasoccer.medium.com/crypto-101-web-3-0-blockchain-and-cryptocurrencies-simply-explained-a55a7f413a1e>

UDC 535.3 + 543.4

INVESTIGATION OF THE OPTICAL PROPERTIES OF THE G-C₃N₄ THIN FILM SYNTHESIZED FROM MELAMINE ORGANIC MASS

*Bui C.D.**Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus**Chubenko E.B. – PhD Tech. Sc., assistant professor, associate professor of the department of micro and nanoelectronics*

Annotation. In this paper, the effect of the mass of the melamine precursor during the synthesis of a thin film of g-C₃N₄ on glass and silicon substrates was investigated using the method of pyrolytic decomposition of melamine with subsequent thermal polymerization. Optical measurements such as photoluminescence spectra, absorption spectra and transmission spectra were carried out in the article. The energy levels in the recombination process were detected by the Gauss analysis method and it was found that the decrease in energy peaks with an increase in the mass of melamine. And they also see a reduced absorption and an increased ability to penetrate in the wavelength range of 450-800 nm with an increase in the mass of melamine.

Ключевые слова: g-C₃N₄, photoluminescence spectrum, transmission spectrum, absorption spectrum, synthesis, melamine.

Graphite carbon nitride (g-C₃N₄) belongs to a new class of organic semiconductors. It is primarily composed of C and N atoms and is considered the most stable of the various forms of carbon nitrides. Due to its appropriate band gap (2.7 eV) and band edge positions, element content, low cost, and non-toxicity, g-C₃N₄ is used in various fields, such as photodegradation of organic pollutants, photoreduction, and photooxidation of water, photoreduction of CO₂, electrocatalysis and fabrication sensors [1]. Two subdivisions have been proposed for g-CN. One of them is s-triazine (C₃N₃ aromatic ring), which is produced using the high-pressure molten salt method. The other is tri-s-triazine (aromatic ring C₆N₇). Thermal condensation of monomers (eg, melamine, cyandiamide, dicyandiamide, thiourea, and urea) always produces a defective g-C₃N₄ powder laid down in the last layer. After polyaddition and polycondensation at high temperatures, these monomers can form disordered g-C₃N₄ networks. Due to the different choice of precursors and processing temperatures, the optical and electronic properties of g-C₃N₄ can be easily tuned and the processing temperatures, the optical and electronic properties of g-CN can be easily tuned [2].

Methods for depositing g-CN films on solid substrates can be divided into two types: bottom-up and top-down approaches. Bottom-up methods include thermal vapor condensation (TVC), direct growth, microcontact printing, solvothermal method, and electrodeposition. Top-down methods include deposition of g-CN powders or nanolayers onto a substrate. The "bottom up" methods can provide tight contact between films and substrates. Even ultrasonic treatment cannot separate them from the substrate. In addition to the synthesis method, the chemical vapor deposition (CVD) method has also been used since then, has the advantages of controlling factors that affect the synthesis process of the g-C₃N₄ film, such as temperature, the flow rate of vapor passing through the tube or the mass of the precursor [3]. In addition to its recommended applications in the photocatalyst process, g-C₃N₄ material has many applications in optoelectronics or photovoltaic cells. To study and evaluate the advantages of the material in the field of optics, it has a simple and quick test, such as: photoluminescence spectrum, optical absorption spectrum or transmission spectrum.

Many papers have been published dealing with the study of the dependence of optical luminescence on temperature, pressure, or doping impurities in g-C₃N₄ synthesis. However, studies of the mass dependence of the precursor involved in the decomposition process and the formation of a thin film of g-C₃N₄ have not been carried out. In this study, we will elucidate the change in the crystal structure or optical parameters of a g-C₃N₄ thin film at different masses of the precursor.

To prepare films of graphite-like carbon nitride on various substrates, the process of pyrolytic decomposition of melamine followed by thermal polymerization is presented. Heat treatment was

carried out in a quartz tube for 50 minutes at a fixed temperature of 600°C. The mass of melamine in the proposed experiment is 70, 130 and 400 mg. After the synthesis process, the quartz tube cooled naturally to a temperature close to room temperature. In this study, glass substrates (Glass), SiO₂/Si (Si_1), p⁻/Si (Si_2) with a size of 10x10x2 mm were used. Figure 1 shows a diagram of the g-C₃N₄ thin film synthesis process.

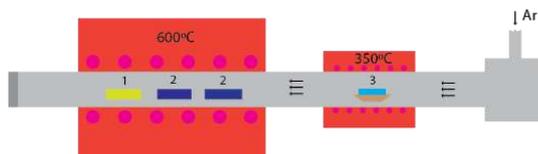


Figure 1 - Scheme for the synthesis of graphite-like carbon nitride using the method of heat treatment of melamine (3) on glass (1), silicon (2) substrates

The photoluminescence of g-C₃N₄ films on substrates was studied at room temperature under conditions of its excitation by monochromatic radiation with a wavelength of 345 nm, which was isolated from the emission spectrum of a 450 W xenon lamp using a Solar TII DM 160 monochromator. The photoluminescence spectrum was recorded with a Solar TII MS monochromator spectrograph 7504i. The radiation detector was a digital camera equipped with a Hamamatsu S7031 silicon CCD.

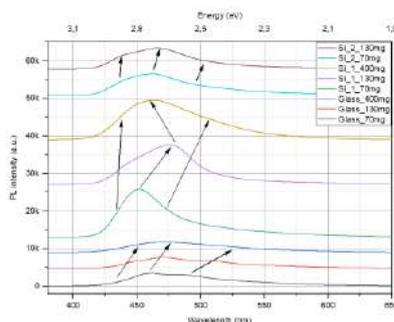


Figure 2 - PL spectra of a thin g-C₃N₄ film under different conditions of substrates and masses of melamine

From the results obtained in Figure 2, one can see the PL intensity is highest when g-C₃N₄ is on the Si₁ substrate, next to Si₂, and finally on the glass. The difference in the shape of the PL spectra is negligible as the mass of melamine changes, but you can still see how the peak energy shifts in the direction of increasing wavelength. To be able to clearly understand what change in the recombination process is taking place, it is necessary to analyze the spectra using the Gaussian method in the OriginPro software. The dependences of the energy of the peaks of the PL spectrum on the masses of melamine are shown in Fig. 3.

The recombination process of g-C₃N₄ differs when applied to different substrates. But it still includes two and three energy peaks to characterize the energy levels $\pi^*-\pi$, $\pi^*-\text{LP}$, $\sigma^*-\text{LP}$ [4]. The peak energy decreases with increasing mass of melamine for the case of a glass substrate and Si₁; also, no such change was observed for Si₂. Especially with the appearance of unknown peaks on the glass substrate, when the mass of melamine is 70-130 mg, it is possible that these are impurities or the C₃N₄ layers are not yet sufficiently synthesized. To explain the existence of only two energy peaks at a melamin mass of 400mg and coating on the glass surface (Glass_400mg), it may be due to the influence of the interference effect, which usually occurs when increasing the thickness of a thin film on a substrate of other materials, increasing the ability to reflect excitation rays, which makes the results spectral analysis PL false.

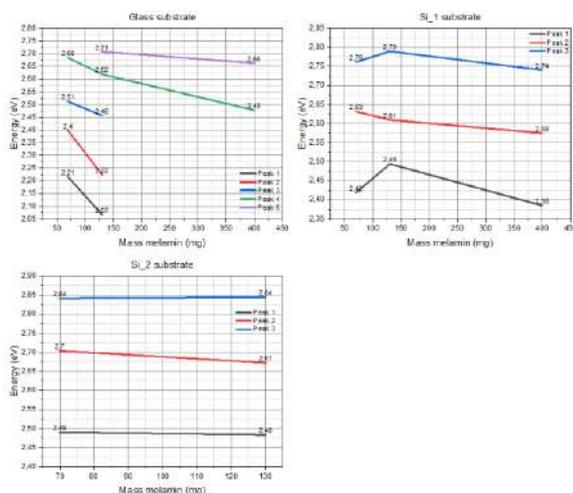


Figure 3 - Dependences of the energy of the peaks of the PL spectrum on the mass of melamine

The absorption spectrum and transmission spectrum of a thin film of g-C₃N₄ on a glass substrate were measured at various masses of melamine. One can see the difference in the decrease in absorption and increase in transmission with an increase in the mass of the melamine precursor in the wavelength range of 450–800 nm (1.55–2.76 eV). In addition, optical parameters such as refractive index *n*, energy band width and thin film thickness can be calculated. Figure 4 shows the transmission and absorption spectra of a thin film of g-C₃N₄ at different masses of melamine.

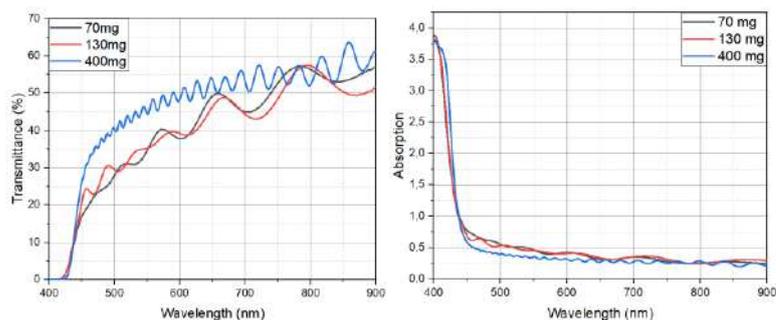


Figure 4 - Transmission and absorption spectra of a thin g-C₃N₄ film at different masses of melamine

Thus, a thin g-C₃N₄ film was synthesized on different substrates by pyrolytic decomposition of melamine followed by thermal polymerization. Photoluminescence spectra, absorption spectra, transmission spectra were measured with modern equipment. The obtained results show a clear effect of the mass of the melamine precursor on the quality of the optical structure of the g-C₃N₄ thin film. In this study, there are still several limitations associated with a clear analysis of optical parameters. The next study will continue to study the change in the optical parameter as well as structural changes in the bandgap from other factors such as temperature, annealing time, or other precursors.

References

1. Bian, J. Graphitic Carbon Nitride Film: An Emerging Star for Catalytic and Optoelectronic Applications / J. Bian, C. Huang, R.-Q. Zhang // *ChemSusChem*. – 2016. – Vol.9, №19. – P.2723–2735.
2. Структурные и фотолуминесцентные свойства графитоподобного нитрида углерода / А.В. Баглов [et al.] // *Журнал технической физики*. – 2020. – Vol.54. – P.176.
3. Graphitic Carbon Nitride Films: Emerging Paradigm for Versatile Applications / C. Jia [et al.] // *ACS Applied Materials & Interfaces*. – 2020. – Vol.12, №48. – C.53571–53591.
4. High-yield synthesis and optical properties of g-C₃N₄ / Y. Yuan [et al.] // *Nanoscale*. – 2015. – Vol. 7, №29. – P.12343–12350.

EMAIL PHISHING: STRUCTURE AND DISTINGUISHING FEATURES

Bychek M.N.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Borbotko T.V. – Dr. Tech. Sc., full professor, head of the department of information security

Annotation. The term “phishing” is a type of cyber-attack where the attacker sends fraudulent emails, then asks the user to follow an embedded link, where the user is asked to enter private information. As a social engineering attack, a phishing attack causes huge financial losses to the recipients. A study of social engineering techniques that are used in email phishing has been conducted. Human feelings have been identified, which are used by cyberattackers to have a stronger impact on a person. Parts of emails containing the main signs of phishing have been identified.

Keywords. Phishing emails, social engineering, cyberattack.

Introduction. On the Internet, the term phishing is used to designate different types of cyberattacks, including social engineering, DNS phishing, content injection phishing, etc. It doesn't matter which method of phishing is used, the objective is to steal user's personal information or money. Technological advancements have led to more sophisticated phishing techniques being used. If attackers are unable to obtain additional data from a single source, they employ a new technique based on previous data to amass a sufficient amount of information from victims. According to a study conducted by the University of Maryland, an assault happens every 39 seconds on average.

An attacker employ social engineering techniques to entice a victim into clicking a link that is attached in the email that links to a fake website. It is common for attackers to pose as genuine companies or well-known individuals when sending phishing emails. The Federal Trade Commission defines phishing as online fraud that targets customers by sending them an email that looks to be from a well-known source. The attackers can be posing as an Internet service provider, financial institution, or mortgage agency.

Attackers have traditionally carried out phishing over email networks, but currently, attackers are exploiting a number of communication channels. These communications can be sent via email, phone, social media messaging (such as Facebook, Instagram or Twitter), or even text messages. Because of the increase in the number of digital platforms for online users, many attackers are updating their approaches and continually have new communication networks through which to interact with their victims.

Phishing has developed into a global danger that comes in many different shapes and sizes. When attackers mix phishing techniques with additional attack approaches, they create a unique sort of phishing attack. This “pseudo-phishing” has become more sophisticated in recent years, and it is now targeting a larger audience. As much as companies try to guard against them, phishing attempts are often successful because they target the weakest links in an organization, which are its employees. According to KnowBe4, phishing is the primary method behind 90 percent of cyberattacks, hacks, and data breaches [1].

Main part. Email is one of the most popular ways for phishing attacks to be distributed. In fact, email is thought to be the source of 96 percent of phishing attacks. However, phishing attacks have recently changed from basic phishing to spear phishing, as the success rate of spear-phishing attacks is higher than that of basic phishing, with 35 percent of people having encountered spear phishing and 65 percent having faced Business Email Compromise (BEC) attacks. BEC attacks use real or impersonated business email accounts to defraud employees. Malware distribution via phishing emails is a popular technique used by cybercriminals.

According to ESET's Threat Survey, the most popular types of malicious files attached to phishing emails in the third quarter of 2020 were Windows executables (74 percent), script files (11 percent), and Office documents (5 percent). According to FAU experts, 78 percent of people are aware of the dangers of clicking unknown links in emails.

The most common channel for communication is email because many organizations or individuals prefer email to communicate with their customers or others. Emails are used to quickly transmit information to a large number of individuals, or even just one.

The most important advantage of email is that it allows users to keep a record of user correspondence. To date, more than half of the country such as United States uses email for communication, and that number is steadily increasing.

Usually, people are more vulnerable to social engineering tricks than technology attack. It is possible to fix technical weaknesses by adding extra security measures, but it is much more difficult to fix human flaws [2].

The following are a few examples of the most prevalent social engineering techniques used by attackers to conduct phishing attacks:

- Greed. It is possible for hackers to trick their victims into accepting monetary prizes by sending them emails or SMS messages that claim to reward them with prize. Here’s an example: “Congratulations! You’ve been chosen as the lucky winner of the year, and to collect your prize you must click a link or provide information for award shipment.” It is common for victims to feel that anything presented to them would be useful or reliable. As a result, the victim’s credentials are stolen by attackers, and the reward is never granted.

- Urgency. This type of phishing email contains a strict deadline, implying that the victim must act quickly before it is too late. As a result, it generates a sense of urgency, and many victims believe that the situation is temporary, so they act without thinking about it. Here’s an example: “Your account is about to expire, and you must sign in immediately to avoid losing all of your data.” Taking action without thinking about it is the most common human error.

- Fear. In phishing emails, scaring recipients is a common tactic. An attacker threatens a victim with negative consequences or punishment, or the victims are treated suspiciously. Here’s an example: “Your insurance has been denied due to insufficient information. To submit your information, please click here.”

- Helpfulness. Everyone has a natural desire to help others, but attackers take advantage of this and send out an email asking for assistance while displaying a tragic tale. Here’s an example: “As you may be aware, many people are dying of starvation as a result of the COVIC-19 pandemic, and we are forming a charitable organization to help them. So, if you’re willing to help, please send XYZ to this account. It would be beneficial to them, and God will assist you.” The victim’s contribution does not benefit those in need, and it allows criminals to engage in more cybercrime.

- Curiosity. Typically, attackers gather some important or interesting news online and seduce victims by providing only a portion of the information. Here’s an example: “Greetings, I’m sure you’ve heard about the plane crash that killed all of the passengers and crew members. As a result, to learn more about this information, click the link below.” Many victims are interested in learning more about the accident and follow the link to learn more. The link directs victims to a fake news site where they must enter their credentials, or it may install malware on their computers.

- Trust. Social engineers build a trust relationship with the target primarily because people can only be deceived when they trust social engineers otherwise they not share sensitive information with them. Once the trust is developed the collection of information is easier and faster. They information can be collected directly or indirectly. This type is not so popular, because it needs time and close contact between phisher and victim [3].

Figure 1 shows some of the common emotions tapped by social techniques attackers.

According to Statista, the worldwide user base for email reached 3.9 billion in 2019 and is expected to reach 4.3 billion by 2023. According to a report from PhishMe research, 91 percent of cyberattacks rise with a phishing emails, with the top reasons people are tricked by phishing emails being curiosity (13.7 percent), fear (13.4 percent), and urgency (13.2 percent), supported by the prize, social, entertainment, and opportunity [4].

Despite that phishing emails resemble legitimate emails, they have some distinct characteristics that can be called typical.



Figure 1 – Social engineering attack emotions

1. Domain Spoofing. The email domain is the part of the email address after the @ symbol. It enables a company or individual to create an email address with a company name that incorporates their company or brand name. For sending and receiving emails, most legitimate organizations and businesses have their own domain. Domain spoofing is a common type of phishing in which attackers impersonate a company or one of its employees by using the company's domain.

2. Social Engineering Statements. Phishing email is a type of social engineering statement that includes things such as lucrative offers or eye-catching or attention-getting statements. The purpose of using social engineering statements in phishing emails is to gain the victim's trust and request personal information such as credit card numbers, account numbers, or passwords.

3. Hyperlink Attachments. Initially, the attacker targets legitimate websites and impersonates them to create a phishing site. If the attacker pastes the phishing URL directly into the email, the victims will quickly recognize it. As a result, attackers use a hyperlink to hide the phishing link within the email.

4. Unexpected Attachments. A malware attachment sent via a phishing email is a common technique for attackers. An example of this type of attachment is a keylogger that monitors keyboard strokes through pattern recognition and other techniques. In other words, whatever is typed by the user is sent to the attacker's server. Some extremely dangerous file types have the extensions .bat, .exe, .vbs, .com, .ade, .adp, .cpl, .wsc, and many more.

5. Poor Spelling and Grammar. People nowadays use software spell-checkers to prevent spelling and grammar errors. In addition, businesses hire experts to edit the contents of emails so that recipients can understand them. This means that legitimate emails will usually not contain any errors. Grammar errors and spelling mistakes are two of the most common features of phishing emails. Because the attackers are not accomplished authors, they likely will write emails that contain minor errors.

6. Generic Greeting or Salutation. Because phishing emails are sent to random consumers, the attackers do not address the recipients by name—especially if the email contains account information

or other sensitive information. Although phrases like dear client and user may appear honest, a nonpersonalized greeting is usually an indication of trouble [5].

Figure 2 shows an example of a phishing email, with the different parts explained.

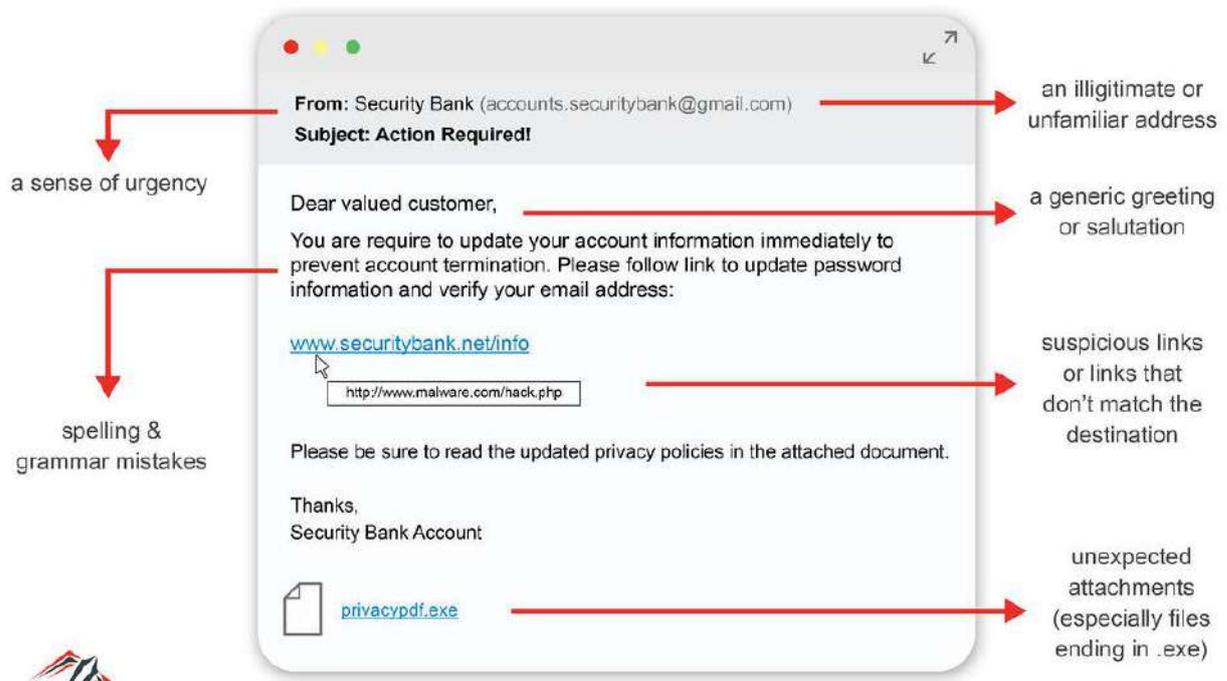


Figure 2 – Phishing email example

Today, the market offers many different anti-phishing applications and filters. But, nevertheless, a certain number of phishers find their victims. And the most successful solution to this problem is still the awareness and suspicion of electronic mail users.

Conclusion. Phishing emails have been found to contain social engineering statements, hyperlinks, and unexpected attachments in order to trick users into clicking the phishing link. It was revealed that the main feelings influenced by phishers are greed, urgency, fear, helpfulness, curiosity and trust. Also different parts of the email were also examined to identify signs of phishing. They are: illegitimate addresses, generic greetings, grammar mistakes, links that don't match the destination, suspicious attachments and so on.

References

1. Fette, I. *Learning to Detect Phishing Emails* / I. Fette, N. Sadeh, A. Tomasic // *World Wide Web Conference Committee (IW3C2)*. 2007, May 8–12, 2007, Banff, Alberta, Canada.
2. *Phishing and Communication Channels. A Guide to Identifying and Mitigating Phishing Attacks* / Gunikhan Sonowal – Apress, 2022. – 230 p. – ISBN-13: 978-1-4842-7744-7
3. Stojnic, T. *Phishing email strategies: Understanding cybercriminals' strategies of crafting phishing emails.* / T. Stojnic, D. Vatsalan, NAG. *Arachchilage // Security and Privacy.* – 2021 – Vol. 4, Issue 5. – DOI: <https://doi.org/10.1002/spy2.165>
4. *Analysis of phishing emails* / L. Burita, P. Matoulek, K. Halouzka and P. Kozak // *AIMS Electronics and Electrical Engineering* – 2021. – Vol. 5, Issue 1. – Pp. 93–116.
5. Drake, Ch. *Anatomy of a Phishing Email* / Ch. Drake, J. Oliver, E. Koontz // *CEAS 2004 - First Conference on Email and Anti-Spam*, July 30-31, 2004.

ACTUAL METHODS OF COMPUTER TESTING IN EDUCATION

Leshchevich E.I.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kamlach P.V. – PhD Tech. Sc., assistant professor, associate professor of the department of electronic technology and engineering

Annotation. The aim of this paper is to describe optimal ways of computing testing. Tests have a number of advantages: objectivity and quality, scientifically based quality criteria, individualization of control, evaluating everyone according to common criteria, typification of the testing procedure and standardization of checking the quality indicators of tasks and tests. Despite the benefits of testing, there is a need to develop strategies and ways to combat falsification, as well as cheating during knowledge control. As part of solving this problem, it was decided to develop a methodology determining the reliability of testing based on stereotypical behavioral responses.

Keywords: reliability, testing, correlation

Introduction. Begin with that computer testing is widely used as a means pedagogical measurement, for to determine the level of competencies and the degree of formation of skills necessary to perform a particular activity. The quality and reliability of the results obtained are determined by testing technologies, which have become the subject of active scientific research in recent decades. Until the second half of the last century, tests were built on the basis of the classical testing theory), which is based on the theory of measurement error, borrowed from physics: it was assumed that the measured characteristics have some “true” values, distorted by random and systematic errors.

Main part. Computer Testing Methods.

Testing with Parallel Forms. Most popular pedagogical tests have parallel forms. In fact, the same content is revealed in them, but the questions are outwardly different. To justify the parallelism of the tests, in addition to the semantic and logical connection, a condition is introduced for the need for the equality of their arithmetic means and variances [1]. Despite the fact that the same condition is retained to justify the parallelism of individual questions. Students are first given one form of the test, and after a while - another. Especially the results are correlated, the resulting coefficient indicates the stability in the knowledge of students.

Separate Correlation. This method allows you to check the reliability in a single test [2]. The entire test, consisting of tasks or statements, is divided in half. The usual procedure for this is: the results of the subjects are added up separately in even tasks and in odd ones; the amounts obtained in halves are correlated. In order to find out what the reliability coefficient of the test as a whole is, the value of the coefficient obtained from the two halves is set using the Spearman-Brown formula 1:

$$r = \frac{k}{k-1} \cdot \left[1 - \frac{\sum p_i g_i}{St^2} \right], \quad (1)$$

where k – number of tasks in the test,

$\sum p_i g_i$ – the sum of the variances of individual tasks [1].

The resulting correlation coefficient indicates the reliability of the test, depending on the reliability of each individual item, so it is better to call it the internal consistency coefficient of the test.

The reliability of the test is higher, the smaller the variance of the error component of the measurement and the greater the total variance. Therefore, a reliable test better distinguishes between strong and weak learners: their grades should be more differentiated. It should be noted that the currently existing system of grading in universities and schools from two points to five has the main drawback of precisely a small scope and, accordingly, has a low differentiating ability. The resulting

correlation coefficient indicates the reliability of the test, depending on the reliability of each individual item, so it is better to call it the internal consistency coefficient of the test. The reliability of the test is higher, the smaller the variance of the error component of the measurement and the greater the total variance [3].

Therefore, a reliable test better distinguishes between strong and weak learners: their grades should be more differentiated. It should be noted that the currently existing system of grading in universities and schools from two points to five has the main drawback of precisely a small scope and, accordingly, has a low differentiating ability. Another reason for the lack of test reliability is usually a small number of tasks. In test theory, the relationship between the number of equivalent tasks and reliability is known. This is the basis for another Spearman-Brown formula 2, which made it possible to estimate how the reliability of the test will increase with an increase in the number of tasks by n times:

$$r = \frac{nr}{1+(n-1)r}, \quad (2)$$

where r – is the increased reliability of the extended test;

n – the multiplicity of the increase in the number of tasks in the test.

Re-testing. Moreover, the same test is given in the same group of subjects twice, after a certain period of time. The results of the first and second tests are correlated, the resulting coefficient indicates the reliability, in this case, the reproducibility of the results of the subjects. Changes in students' knowledge (forgetting, learning, etc.) over time, which affect the reliability (stability) of the results, were considered here as erroneous components [3]. The reliability coefficient obtained by the method of repeated testing is more correctly called the stability coefficient, or the coefficient of stability, reproducibility.

Proctoring. This is a procedure for monitoring the progress of a remote test (in English, “proctor” is an observer at exams at a university) [3]. This concept is already quite well known not only to experts. Researchers identify the following proctoring systems. Passive monitoring of software on examinees' computers. It is done by monitoring the applications that students are using on their PCs and switching to other services during the exam. Active software restriction on student computers. For example, the Browser Lock app blocks access to other apps during exams. Passive video surveillance using software that accesses the students' webcam to capture all activities directly [1].

So, online control takes place without an examiner, without human participation. Video and sound are recorded, suspicious human behavior is automatically detected and violations are recorded. For gross non-compliance with the rules (replacing the examinee, copying tasks), the program automatically blocks access to the system. Active video surveillance. It is implemented similarly to passive, but with the addition of real-time monitoring. One proctor (observer) can monitor several students at the same time. Methods for evaluating the reliability of computer testing are carried out on the basis of stereotyped behavioral reactions - patterns. This is a specific set, a pattern of behavioral responses or sequences of stereotypical actions of a person, in relation to any area where a person applies patterns.

In conclusion. This article discusses the basic methods of computer testing. These methods are applied to various academic disciplines. The degree of reliability of the results of computer testing is high and is determined using mathematical statistics, sampling the correctness of answers.

References

1. *Methods of using information and communication technologies in the educational process: a study guide. Part 1: Conceptual foundations of computer didactics / Ural. state ped. un-t, Institute of Informatics and Inform. Technologies, Dept. new inform. technologies in education. - Yekaterinburg: [b. i.], 2013.*
2. *Mayorov, A. N. Theory and practice of creating tests for the education system / A. N. Mayorov. - M. : Intellect-center, 2001. - 296 p.*
3. *Kim, V. S. Testing educational achievements. Monograph / V. S. Kim. - Ussuriysk: UGPI Publishing House, 2007. - 214 p.*

INFLUENCE OF DIAMOND-LIKE STRUCTURE OF NANOSIZED LAYERS ON THEIR ELECTRICAL CONDUCTIVITY

Shmanay Y.E.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Fedotova J.A. – Dr. of Sc., deputy director of the research institute of nuclear problems

Abstract. DLCs films of polyimide as substrates with a thickness of 200 micrometers obtained by magnetron sputtering at small (30 and 90 s) and large (of the order of tenths minutes and) deposition times were studied. In addition, the structure and properties of the polyimide substrate were studied for reference. Methods of X-ray diffraction analysis (XRD), atomic force microscopy (AFM), absorption and transmission of light in the visible and IR ranges, as well as Raman spectroscopy were used to study the structure. Electrical resistance and current-voltage characteristics (IVs) were studied in the temperature range from 50 to 300 K.

Keywords: thin films, spectroscopy and microscopy, electric transport mechanisms, amorphous semiconductor

Introduction. Diamond-like coatings (DLC) may have some properties similar to diamond, such as high mechanical strength and hardness, chemical inertia, optical transparency, etc. In the electrical sense, these films the most often looks like amorphous semiconductor or a dielectric. They usually consist of a metastable form of amorphous carbon containing a significant proportion of sp^3 bonds, the presence of which gives the listed properties at the DLC. At the same time, due to some technological peculiarities of the obtained the DLC films, they may contain other phases, with sp^2 bonds, in particular. As a result, their final properties are determined by the phase composition, including the ratio of sp^3 to sp^2 bonds. If the sp^3 configuration is prevailed, four σ -bonds with neighboring carbon atoms are formed. If the sp^2 configuration predominates, three sp^2 σ -bonds and one weak π -bond are formed. As a consequence, in the electrical sense, the DLC looks like an amorphous coating with semiconducting or insulating properties [1,2].

The combination of high mechanical strength and chemical inertia with the necessary electrical characteristics makes the DLC coatings useful for gas electronic multiplier (GEM) detector. The latter are a type of gas ionization detector used in nuclear and particle physics, as well as for detection of radiation. The GEM uses such electrical characteristics of the DLC as high electrical breakdown voltages (to suppress breakdowns in the working gas) and at the same time maintaining some electrical conductivity (to use the DLC coating as an electrode). Since the combination of such electrical properties of the DLC depends on the sp^3/sp^2 ratio, the purpose of this work was to study the relationship between the structure of DLC and mechanisms of electron transport through them [3,4].

X-ray diffraction analysis, Figure 1, shows some amplifying of reflexes in polyimide substrate (XRD spectra 3 and 4) and DLC film on polyimide (XRD spectra 1 and 2), that indicates an increase in the proportion of sp^2 hybridization. Lines $2\theta = 23.8^\circ, 29^\circ, 39.45^\circ$ and 43.25° at XRD spectra indicate the presence of the crystalline phase nuclei.

Figure 2, a, shows the morphology of the film with a shortest (30 seconds) deposition time, and Figure 2, b shows the same for about 30 minutes when a DLC thickness was about of 200 nm. The roughness coefficients R_a and R_q are 0,7 and 0,4 nm for the films shown in Figure 2, a, and 13,2 and 5,7 nm for Figure 2, b, respectively. The presence of sharp peaks in Figure 2, b indicates the combined mechanism of thin film growth, namely the Stransky-Krastanov layer-by-layer and islands-like mechanisms.

The DLC coatings lead to changes in the reflection spectra of the initial polymer substrate (Fig. 3). In particular, for long deposition times we can see in Fig. 3,a the masking of the maxima which are characteristic for polyimide films. At the same time, for the mostly thin DLC coatings prepared at low deposition times of 30 and 90 s, we observe in Fig. 3,b the reflection spectra which

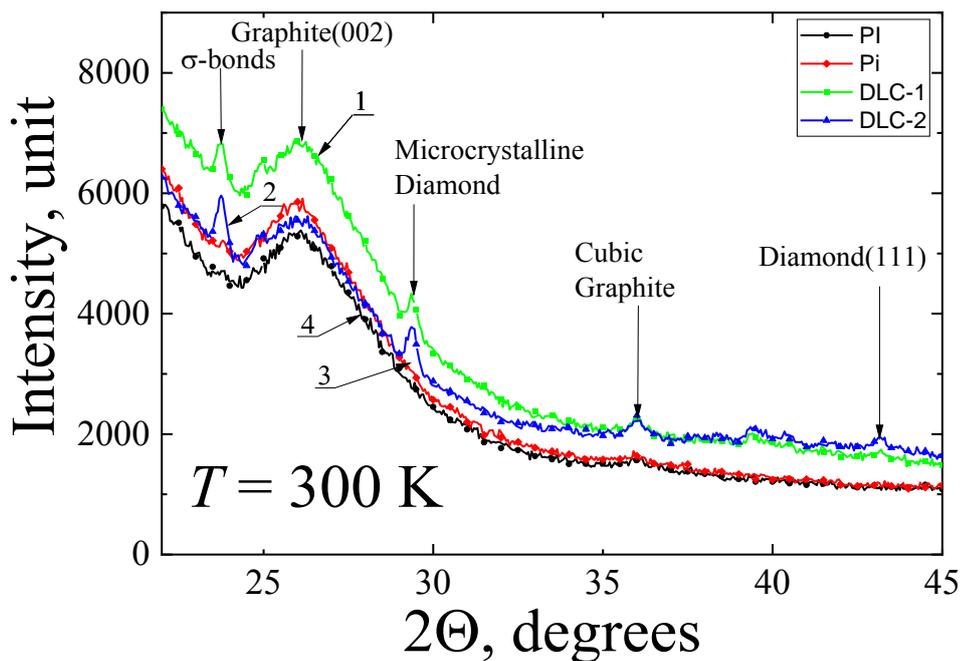


Figure 1 – XRD spectra of polyimide substrate (1,2) and DLC coatings (3,4)

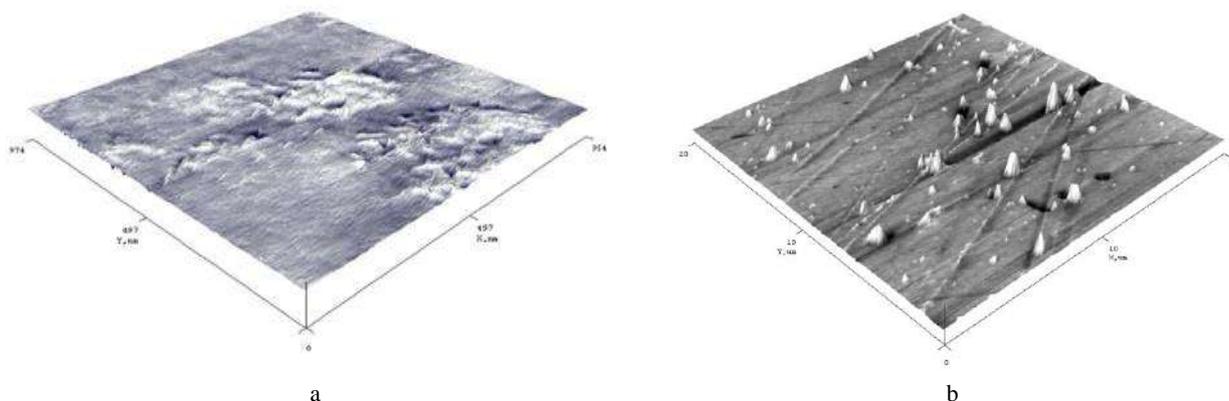


Figure 2 – AFM patterns of DLC coatings for the low (a) and high (b) deposition times

practically repeat those for polyimide substrates. This effect can be explained by island-like growth of DLC coatings for low-time deposition giving non-continuous coatings. Raman spectra in Fig. 3c show a superposition of $D = 1389 \text{ cm}^{-1}$ and $G = 1564 \text{ cm}^{-1}$ peaks, which correspond to vibrations of aromatic rings with the presence of C-C-bond with sp^2 hybridization (graphite phase) and vibrations of C-C-bond with sp^3 hybridization (almazopobodnaya phase) accordingly. It is most likely that the used deposition method results in *a*-C type DLC growth.

As is seen in Fig. 4,a, at $U < 20 \text{ V}$, the I-V characteristics are linear, that indicates the formation of ohmic contacts and lack of overheating. At higher bias voltages, Figure 4b, the I-V characteristic becomes non-linear, that can be explained by either the non-ohmic behavior of the contact metal-PI or its overheating when electric current flows through it at high voltages. Note that after every I-V measurement in Figure 4, a and b, the electrical resistance, measured as $R = (U/I)$ at $U < 20 \text{ V}$,

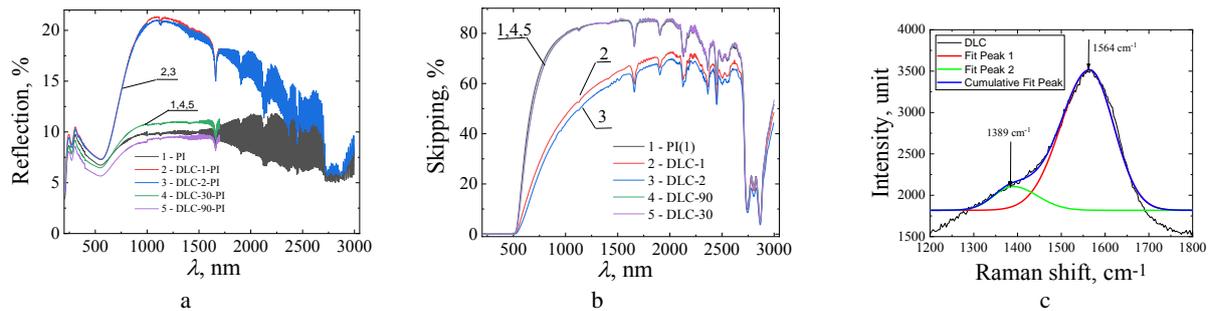
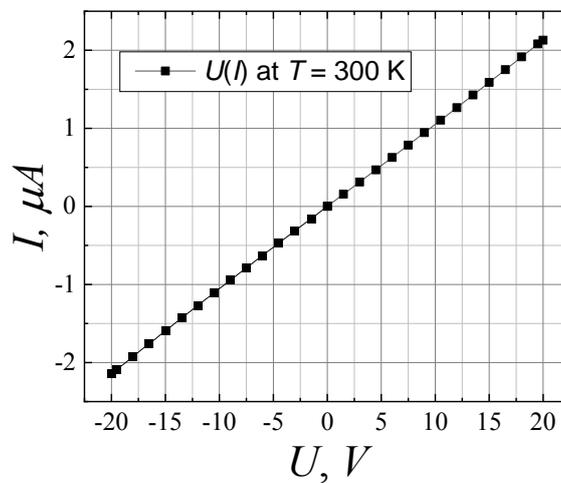
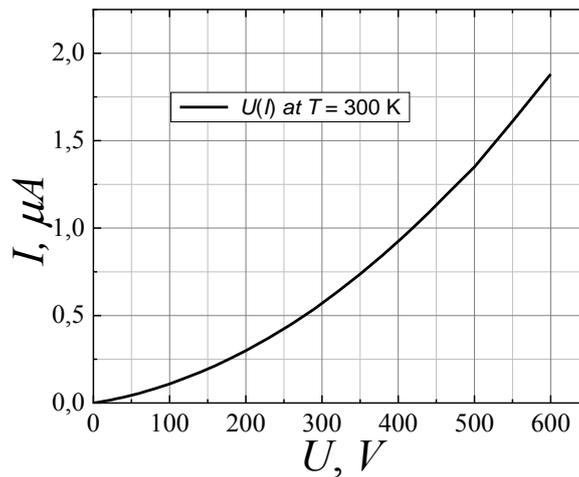


Figure 3 – Reflection (a), transmission (b) spectra and AFM patterns of DLC coatings on polyimide

increased probably due to “burning out” of the film areas with sp^2 bonds under application of bias voltage to the DLC film.



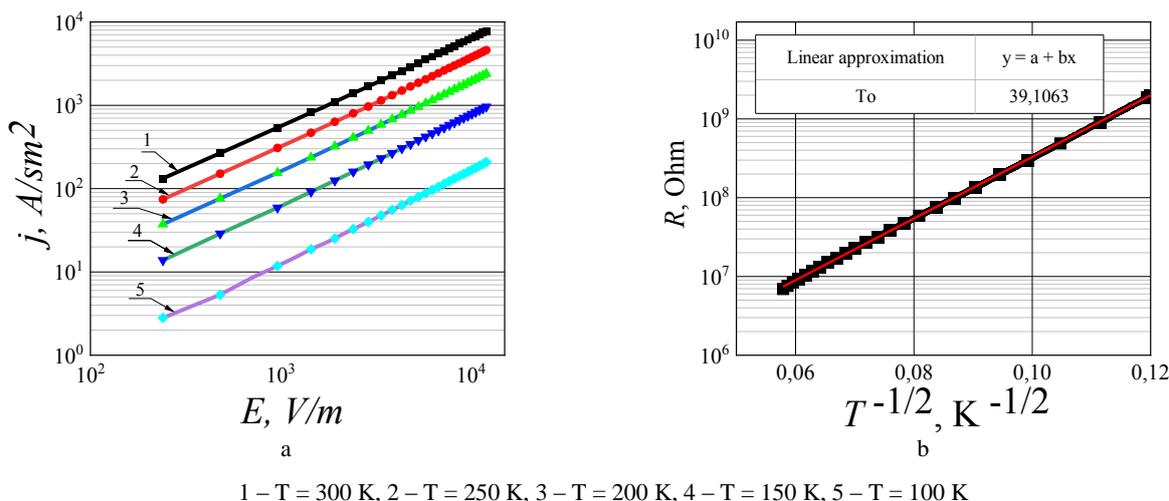
a



b

Figure 4 – Room temperature I-V characteristics of DLC coatings at low (a) and high (b) bias voltages applied to the sample

The $J(E)$ dependences of the DLC coatings at different temperatures T in Fig. 5,a show linear behavior. At lower temperatures in the studied range of bias voltages $U < 20$ V, a weak nonlinearity is observed on the sample studied, which can be caused by its overheating by the electric current. The plotting of $R(T)$ curves in Mott coordinates $\lg R - (1/T)^\alpha$ in Fig. 5,b gives straight line with an exponent $\alpha = -0.5$. This linearization indicates to the hopping mechanism of conductivity with


 Figure 4 –I-Vs (a) and electrical resistance R for temperatures $50 < T < 300$ K in Mott coordinates

variable range hopping by localized states in amorphous DLC layers described by the Shklovsky-Efros model [2]. The localization radius for electron wave functions at the localized centers (traps) estimated from this model is close to 7,8 nm.

Conclusion. The study of diamond-like films has been carried out. X-ray diffraction analysis observed the features of nucleation of the diamond-like crystalline phase in the films studied. Atomic force microscopy shows the difference between samples with short and long deposition times in terms of roughness coefficients and characteristic «peaks» by heights. The deposited DLS layers in the entire thickness range studied have a high electrical resistance (from 10^7 to 10^{10} Ohm), which depend on structure of the samples. At low applied bias voltages $U < 20$ V, the I-V characteristics are linear that indicates the formation of ohmic contact. At higher bias voltages, the non-ohmic behavior was observed. This nonlinearity in I–V characteristics can be caused both by the properties of the metal–DLC contact and by the overheating of the samples by the current flowing through it. The temperature dependences of the electrical resistance $R(T)$ of the DLC layers are characterized by negative temperature coefficient of resistance, which indicates the semiconducting behavior of the DLC layers. Carriers transport in DLC layers is provided for the hopping mechanism described by the Shklovsky-Efros model. The deposition of DLC on PI substrate leads to the change in the reflection spectra of the initial polyimide, which, in particular, manifests itself in the masking of the maxima characteristic for PI films after long times deposition.

Thankfulness:

The author express gratitude to the Joint Institute for Nuclear Research for financial support of research under contracts No. 08626319/201142470-74 (2021) and No. 08626319/2011293539-74 (2022).

The author express gratitude to Prof. A. K. Fedotov and Candidate of Physical and Mathematical Sciences A. A. Kharchenka for fruitful scientific discussions and assistance in conducting experiments.

References

1. J. Robertson, "Diamond-like amorphous carbon," *Mater. Sci. Eng. R Rep.*, vol. 37, no. 4–6, pp. 129–281, May 2002, doi: 10.1016/S0927-796X(02)00005-0.
2. B. I. Shklovskii and A. L. Efros, "Dependence of Hopping Conduction on the Impurity Concentration and Strain in the Crystal," in *Electronic Properties of Doped Semiconductors*, B. I. Shklovskii and A. L. Efros, Eds. Berlin, Heidelberg: Springer, 1984, pp. 137–154. doi: 10.1007/978-3-662-02403-4_6.
3. A. Breskin et al., "Ion-induced effects in GEM and GEM/MHSP gaseous photomultipliers for the UV and the visible spectral range," *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect. Accel. Spectrometers Detect. Assoc. Equip.*, vol. 553, no. 1–2, pp. 46–52, Nov. 2005, doi: 10.1016/j.nima.2005.08.005.
4. I. Vankov and S. E. Vasiliev, "Thick GEM with resistive coating", pp. 1274–1281, 2013, doi: PACS: 29.40.Cs.

Электронное издание

ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

58-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов
учреждения образования «Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Ответственный за выпуск *Г.А. Пискун*
Компьютерная верстка, правка, оригинал-макет *Э.В. Асадчая*

Подписано в печать 15.04.2022. Формат 60x84 1/8
Усл. печ. л. 106,84. Уч.-изд. л. 84,32.

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
220013, Минск, П. Бровки, 6

ФАКУЛЬТЕТ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Основной образовательной деятельностью факультета компьютерного проектирования (бывший конструкторско-технологический факультет) вот уже более 40 лет является подготовка по специальностям инженерного профиля, а также по востребованным, престижным и перспективным специальностям IT-области, с учетом мировых тенденций развития науки, техники и технологий.

Наличие таких специалистов необходимо для деятельности различных компаний и предприятий электронной промышленности, способствует более эффективной работе субъектов малого и среднего бизнеса, а также обеспечивает высокий уровень конкурентоспособности национальной экономики страны на внутренних и внешних рынках.