

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра инженерной психологии и эргономики

ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

Лабораторный практикум и методическое пособие к практическим занятиям
для студентов специальности
1-58 01 01 «Инженерно-психологическое обеспечение
информационных технологий»
всех форм обучения

Минск БГУИР 2011

УДК 331.101.1:004(076.5)
ББК 30.17+32.973.202-018.2я73
Э74

Авторы :

К. Д. Яшин, В. С. Осипович, В. М. Логин, Н. В. Щербина

Р е ц е н з е н т:

заместитель директора Международного института
дистанционного образования «Белорусского национального
технического университета», доцент В. И. Лакин

Э74 **Эргономическое** обеспечение информационных систем и технологий : лаб. практикум и метод. пособие к практическим занятиям для студ. спец. 1-58 01 01 «Инженерно-психологическое обеспечение информационных технологий» всех форм обуч. / К. Д. Яшин [и др.]. – Минск : БГУИР, 2011. – 35 с.
ISBN 978-985-488-671-8.

Содержится семь лабораторных работ и шесть практических занятий. Даны краткие теоретические сведения и методические указания по выполнению лабораторных работ. Практикум предназначен для студентов для закрепления теоретического материала по темам предлагаемых лабораторных работ. Версию практикума, дополненную теоретическим материалом, можно получить в электронном варианте на кафедре инженерной психологии и эргономики.

УДК 331.101.1:004(076.5)
ББК 30.17+32.973.202-018.2я73

ISBN 978-985-488-671-8

© УО «Белорусский государственный
университет информатики
и радиоэлектроники», 2011

СОДЕРЖАНИЕ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1	
Эргономическая экспертиза программных средств Ansys.....	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2	
Использование нейронных сетей для решения эргономических задач.....	6
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3	
Эргономическая экспертиза программно-обучающего комплекса по исследованию эффективности оптических фильтров.....	8
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4	
Эргономическое обеспечение систем, разрабатываемых в среде VideoCad.....	10
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5	
Биометрическая система авторизации голоса	13
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6	
Эргатическая система управления механическими устройствами	14
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7	
Эргономическое обеспечение информационных сигнальных систем.....	18
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1	
Управление в информационных системах.....	19
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2	
Физико-математическое представление схем, изделий.....	22
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3	
Методика поиска научно-технической информации	28
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4	
Технология анализа научно-технического текста и определения ключевых слов.....	30
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5	
Методика понятийного представления научно-технической информации.....	31
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6	
Методика оформления инженерных разработок.....	31
ЛИТЕРАТУРА.....	34

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Эргономическая экспертиза программных средств Ansys

Цель работы. Изучить методику компьютерного расчета колебательных систем, осуществляемого с помощью программного пакета Ansys.

Теоретические сведения. Применение Ansys для анализа собственных частот колебаний системы и ее собственных форм колебаний (мод колебаний) осуществляется с помощью метода конечных элементов (модальный анализ). Профиль колебательной системы задается в виде таблицы. При этом для каждого из участков возможно задание собственного материала, свойства которого могут задаваться пользователем или выбираться из базы данных.

Пример выполнения работы. В качестве примера рассмотрим расчет ступенчатого концентратора с галтелью. Запускаем Ansys в графическом режиме (GUI, graphical user interface). Для этого в меню Windows «Пуск» в разделе «Программы» выбираем Ansysed 6.1>Run Interactive Now. В окне Ansys 6.1 Notice (лицензионное соглашение) нажимаем ОК. По умолчанию файл Ansys имеет имя file. Для изменения этого имени необходимо в главном меню выбрать File>Change Jobname. В появившемся окне ввести имя файла и нажать ОК. Имя файла должно состоять из латинских букв и не должно содержать пробелов.

Приступаем к построению геометрии модели. Для этого вначале строим продольное сечение первой ступени концентратора. В разделе Modeling выбираем Create (Создать)>Areas (Области)>Rectangle (Прямоугольник)>By Dimensions (По размерам). В появившемся окне задаем вершины прямоугольника ($X1 = 0$; $X2 = 0,07$; $Y1 = 0$; $Y2 = 0,02$). Нажимаем кнопку Apply (Применить). Разница между Apply и ОК состоит в том, что при нажатии ОК окно закрывается, а при нажатии Apply можно повторить команду без закрытия окна. Строим прямоугольник, являющийся продольным сечением второй ступени ($X1 = 0,07$; $X2 = 0,12$; $Y1 = 0$; $Y2 = 0,01$). Нажимаем ОК.

Для согласования размера модели с размером графического окна в главном меню выбираем PlotCtrls (Элементы управления чертежом)>Pan Zoom Rotate (Прокрутка, масштабирование, вращение). В появившемся окне нажимаем Fit (Согласовать). Close. Далее создаем скругление, соответствующее профилю продольного сечения галтели. Для этого строим четверть круга, а затем вычитаем ее из прямоугольника, являющегося продольным сечением первой ступени. Для создания четверти круга выбираем Create>Areas>Circle (Круг)>Partial Annulus (Неполное кольцо). В появившемся окне задаем координаты центра круга на рабочей плоскости ($WP X = 0,07$; $WP Y = 0,02$), радиус круга ($Rad-1 = 0,01$), а также начальный и конечный углы ($Theta-1 = -90$, $Theta-2 = -180$). Поле Rad-2 оставляем пустым, так как круг является сплошным. Для вычитания четверти круга из прямоугольника выбираем Operate (Операции)>Booleans (Булевские операции)>Subtract (Вычитание)>Areas. Появляется окно выбора областей. Вначале выбираем прямоугольник (область, из которой производится вычитание). Нажимаем ОК. Затем выбираем четверть круга (вычитаемая область). Нажимаем ОК. Для объединения существующих областей в

единую область выбираем Operate>Booleans>Add>Areas. Последовательно выбираем две существующие области. Нажимаем ОК.

Создаем четверть концентратора путем вращения образовавшейся области (продольного сечения). Для этого выбираем Operate>Extrude (Выдавить)>Areas>About Axis (Вокруг оси). Появляется окно выбора. Вначале выбираем область, подлежащую вращению. Нажимаем ОК. Затем выбираем ось, относительно которой производится вращение. Ось задается двумя точками. При задании точки, совпадающей с началом координат, появляется предупреждение о том, что в данном положении имеется две ключевые точки. Подтверждаем выбор точки нажатием ОК. Закрываем окно выбора нажатием ОК. В появившемся окне задаем длину дуги в градусах (ARC=90). Нажимаем ОК.

Задаем граничные условия. Для этого в разделе Loads (Нагрузки) выбираем Define Loads (Определить нагрузки)>Apply (Приложить)>Structural>Displacements (Перемещения)>Symmetry B.C. (Симметричные граничные условия)>On Areas. Появляется окно выбора. Необходимо выбрать оба продольных сечения концентратора. Для этого вначале создадим вид, удобный для выбора. Вызываем окно Pan Zoom Rotate и многократным нажатием на кнопку перехода в режим вращения вокруг оси X создаем вид, в котором видны оба продольных сечения. Закрываем окно.

Для решения задачи выбираем Solve (Решить)>Current LS (Текущий шаг нагружения). Появившееся окно с параметрами решения закрываем. Для запуска решения нажимаем ОК. Предупреждения игнорируем. В окне верификации исполнения команды нажимаем ОК. Когда решение закончено, появляется окно с предупреждением «Solution is done!» («Решение выполнено!»). Закрываем это окно. Основные параметры (собственная частота, максимальное и минимальное значения смещений) отображаются непосредственно в графическом окне. Для увеличения текста выбираем в главном меню PlotCtrls>Font Controls (Элементы управления шрифтом)>Legend Font (Шрифт легенды). В появившемся окне задаем кегль шрифта (12 пунктов). Нажимаем ОК. В разделе Plot (Черчение) главного меню нажимаем Replot (Перечертить). Графическое окно может быть сохранено в файл формата BMP. Для этого в главном меню выбираем PlotCtrls>Capture Image (Фиксация рисунка) и в появившемся окне в меню File выбираем «Сохранить как ...» (Save As ...). Для выхода из программы в главном меню выбираем Exit (Выход). Нажимаем ОК. Проведем экспертизу описанной выше колебательной системы. Построение продольного сечения осуществляется аналогично, однако следует иметь в виду, что ось X глобальной системы координат должна быть ориентирована в радиальном направлении, а ось Y – в аксиальном. Затем разбиваем область продольного сечения на плоские гармонические элементы типа Plane25 с помощью инструмента Mesh Tool. При этом при интеллектуальном задании размеров элементов (Smart sizing) можно установить более низкий уровень размеров (Mesh size level), например 4 (по умолчанию 6). Симметричные граничные условия задаются на оси симметрии модели и на области сечения. Решение задачи и просмотр результатов осуществляются аналогично рассмотренному выше примеру.

Порядок выполнения работы. 1. Получить у преподавателя тип колебательной системы для проведения экспертизы. 2. Определить резонансную частоту. 3. Материалы элементов колебательной системы: для частотопонижающей накладки принимаем сталь 20, для пьезоэлементов – ЦТС-23, для концентратора – Д16Т. Свойства материалов представлены в табл. 1.1. 4. Подготовить отчет о проделанной работе и защитить лабораторную работу.

Таблица 1.1

Свойства материалов

Тип материала	Скорость звука, м/с	Модуль Юнга, МПа	Плотность, кг/м ³	Коэффициент Пуассона
Сталь 20	5140	2,06·10 ⁵	7800	0,28
ЦТС-23	3330	8·10 ⁴	7200	–
Д16Т	5070	7,2·10 ⁴	2800	–

Содержание отчета. 1. Цель работы. 2. Эскиз исследуемой колебательной системы. 3. Результаты экспертизы (размеры колебательной системы, коэффициент усиления колебаний по амплитуде). 4. Выводы.

Контрольные вопросы. 1. Основные принципы эргономической экспертизы. 2. Основные этапы моделирования в программе Ansys. 3. Методика построения модели концентратора в Ansys. 4. Способы учета симметрии при построении модели в Ansys. 5. Каковы исходные данные для моделирования колебательной системы в Ansys?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Использование нейронных сетей для решения эргономических задач

Цель работы. Изучение топологии и алгоритма функционирования нейронной сети.

Теоретические сведения. Рассмотрим однослойную, симметричную, нелинейную, автоассоциативную нейронную сеть, которая запоминает бинарные / биполярные образы. Сеть характеризуется наличием обратных связей. Информация с выхода каждого нейрона поступает на вход всех остальных нейронов. Образы для данной модификации сети Хопфилда кодируются биполярным вектором, состоящим из 1 и –1. Обучение сети осуществляется с учетом

$$w_{ij} = \begin{cases} \sum_{k=1}^m a_i^k a_j^k, & i \neq j \\ 0, & i = j \end{cases} \quad \text{для } i, j = \overline{1, n}, \quad (2.1)$$

где w_{ij} – вес связи от i -го нейрона к j -му; n – количество нейронов в сети; m – количество образов, используемых для обучения сети; a_i^k – i -й элемент k -го образа из обучающей выборки.

Матрица весовых коэффициентов

$$W := \begin{pmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_{n1} & w_{n2} & \dots & w_{nn} \end{pmatrix}. \quad (2.2)$$

В качестве матрицы весовых коэффициентов используем симметричную матрицу ($w_{ij} = w_{ji}$) с нулевой главной диагональю ($w_{ii} = 0$). Последнее условие соответствует отсутствию обратной связи нейронного элемента на себя. В качестве функции активации нейронных элементов может использоваться как пороговая, так и непрерывная функция, например сигмоидная или гиперболический тангенс.

Для описания функционирования таких сетей используется аппарат статистической физики. При этом каждый нейрон имеет два состояния активности ($1, -1$), которые аналогичны значениям спина некоторой частицы. Весовой коэффициент w_{ij} можно интерпретировать как вклад поля j -частицы в величину потенциала i -частицы. Поведение такой сети аналогично поведению лизингового спинового стекла. При этом Хопфилд ввел понятие вычислительной энергии, которую можно интерпретировать в виде ландшафта с долинами и впадинами. Структура соединений сети определяет очертания ландшафта. Нейронная сеть выполняет вычисления, следуя по пути, уменьшающему вычислительную энергию сети. Это происходит до тех пор, пока путь не приведет на дно впадины. Данный процесс аналогичен скатыванию капли жидкости по склону, когда она минимизирует свою потенциальную энергию в поле тяготения. Впадины и долины в сети соответствуют наборам информации, которую хранит сеть. Если процесс начинается с приближенной или неполной информации, то он следует по пути, который ведет к ближайшей впадине. Это соответствует операции ассоциативного распознавания. Матрица весов является диагонально симметричной, причем все диагональные элементы равны 0.

Нейронная сеть может функционировать синхронно и асинхронно. Для воспроизведения используется соотношение

$$a_i(t+1) = f\left(\sum_{j=1}^n w_{ij} a_j(t)\right), \quad (2.3)$$

где $a_j(t)$ – выход j -го нейрона в момент времени t , а f – бинарная / биполярная функция активации;

$$f(x) = \begin{cases} 1, & x > 0, \\ -1, & x \leq 0. \end{cases} \quad (2.4)$$

При работе в синхронном режиме на один такт работы сети все нейроны одновременно меняют состояние по формуле (2.4). В случае асинхронной работы состояние меняет только один случайный нейрон. Итерации продолжаются до тех пор, пока сеть не придет в стабильное состояние. Во время воспроизведения исходным вектором $a(0)$ является некоторый тестовый образ, не совпадающий с образами из обучающей выборки. В процессе функционирования по формуле (2.4) сеть должна прийти в состояние, соответствующее образу из

обучающей выборки, наиболее похожему на тестовый. Максимальное количество образов, которое можно запомнить в матрице W не превышает

$$m = \frac{n}{2 \ln n + \ln \ln n}, \quad (2.5)$$

где n – количество нейронов, что следует отнести к недостаткам этой сети.

Порядок выполнения работы. 1. Ознакомиться с теоретической частью. 2. На языке С, С++ написать программу, реализующую нейронную сеть Хопфилда. 3. Произвести обучение сети Хопфилда на заданный тип образов. Для запоминания в соответствии с вариантом задано 3 образа (бинарные изображения размером 10×10). 4. Подать на вход сети ряд тестовых образов, в которые внесено зашумление (процент зашумления образа – 5 %, 15 %, 25 %, 35 %, 45 %, 55%, 65 %, 75 %, 85 %, 95 %, 100 %). Тестовых образов должно быть не менее 10 для каждого из классов с одним и тем же процентом зашумления. 5. Проанализировать результаты, при каком проценте зашумления тестовые образы распознаются верно. 6. Написать отчет.

Содержание отчета. 1. Цель работы. 2. Топология сети Хопфилда. 3. Описание алгоритма работы сети. 4. Тестируемые образы (3 образа). 5. Искаженные образы (процент зашумления образа – 5 %, 15 %, 25 %, 35 %, 45 %, 55 %, 65 %, 75 %, 85 %, 95 %, 100 %). 6. Результаты распознавания, статистика. 7. Выводы.

Таблица 2.1

Варианты заданий

№ варианта	1-й тестируемый образ	2-й тестируемый образ	3-й тестируемый образ
1	«А»	«И»	«Р»
2	«Б»	«К»	«С»
3	«В»	«Л»	«Т»
4	«Г»	«М»	«У»
5	«Д»	«Н»	«Х»
6	«Е»	«О»	«Ш»
7	«З»	«П»	«Ъ»

Контрольные вопросы. 1. Топология сети Хопфилда. 2. Обучение сети Хопфилда. 3. Процесс воспроизведения информации в сети Хопфилда. 4. Зависимость максимального количества образов, запоминаемых сетью, от ее размера. 5. В чем причина некорректной работы при запоминании подобных образов? 6. Варианты использования сети Хопфилда.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Эргономическая экспертиза программно-обучающего комплекса по исследованию эффективности оптических фильтров

Цель работы. Ознакомиться с программно-обучающим комплексом по исследованию эффективности оптических фильтров. Экспериментальная оценка эффективности некоторых способов ослабления лазерного излучения (ЛИ).

Теоретические сведения. Прямое лазерное излучение заключено в ограниченном телесном угле; рассеянное возникает из-за рассеяния за счет вещества, находящегося в составе среды, сквозь которую проходит лазерный луч; зеркально отраженное – отражение от поверхности под углом, равным углу падения излучения; диффузно отраженное – отражение от поверхности по всевозможным направлениям. Нормирование лазерного облучения осуществляется путем установления численных значений параметров излучения, потенциально опасных при облучении критических органов или организма в целом.

Предельно допустимые уровни энергетической экспозиции для роговицы глаза при непрерывном излучении определяются по формулам:

а) для первичных эффектов

$$H_{\text{п}} = H_1 \times K_1, \text{ Дж/см}^2, \quad (3.1)$$

где H_1 – энергетическая экспозиция на роговице глаза в зависимости от длительности воздействия (t) и углового размера источника излучения (α) при максимальном диаметре зрачка глаза; K_1 – поправочный коэффициент на длину волны лазерного излучения и диаметр зрачка глаза. Угловой размер источника определяется по формуле

$$\alpha = d \times \cos \theta / L, \text{ рад}, \quad (3.2)$$

где d – диаметр источника излучения, м; θ – угол между нормалью к поверхности источника и направлением наблюдения, град; L – расстояние от источника до точки наблюдения, м. Источник считается точечным при $\alpha < 10^{-3}$ рад;

б) для вторичных эффектов

$$H_{\text{в}} = 10^{-1} H_2 \times \Phi_{\text{р}}, \text{ Дж/см}, \quad (3.3)$$

где H_2 – энергетическая экспозиция на роговице глаза в зависимости от длины волны излучения (λ) и диаметра зрачка глаза (d_3); $\Phi_{\text{р}}$ – фоновая освещенность роговицы глаза, лк.

Дозиметрия лазерного излучения включает в себя определение значений параметров лазерного излучения в заданной точке пространства с целью выявления степени опасности его для организма человека. Дозиметрия базируется как на расчётных методах, так и на непосредственных измерениях уровней лазерного излучения и сравнения их величин с предельно допустимым уровнем (ПДУ). Дозиметр позволяет измерять энергетические параметры излучений на входе прибора, т. е. уровни облучения роговицы глаза и кожи. В процессе поиска и наведения измерительного прибора на объект излучения должно быть найдено такое положение, при котором регистрируются максимальные уровни лазерного излучения.

При оценке степени опасности облучения кожи лазерным излучением в диапазоне длин волн от 0,2 до 20,0 мкм измеряется энергетическая экспозиция облучаемой поверхности, которая сравнивается с ПДУ. При оценке степени опасности облучения глаз лазерным излучением для первичных биологических эффектов следует измерить энергетическую экспозицию (Дж/см^2) на входе прибора (роговицы) и сравнить измеренный уровень с ПДУ облучения для точечного источника. Если измеренный уровень энергетической экспозиции (ос-

вещности) меньше ПДУ, то облучение считается безопасным независимо от геометрии источника; если измеренный уровень излучения превышает ПДУ, то определяется угловой размер источника излучения (λ) по формуле (2.2). Измеренный уровень излучения сравнивается с ПДУ для данного углового размера источника. Облучение глаз прямым лазерным излучением приравняется к облучению глаз излучением от точечного источника. Для определения уровней облучения глаз и оценки вторичных биологических эффектов подлежащим измерению параметром является энергетическая экспозиция (Дж/см) (энергетическая освещенность, Вт/см) на роговице глаза. Если известно время воздействия, допускается проводить измерение энергетической освещенности ЛИ (Вт/см²) на роговице с последующим перерасчетом измеренных величин в величины энергетической экспозиции по формуле

$$H_{ep} = E_{ep} \times t, \quad (3.4)$$

где E_{ep} – энергетическая освещенность на роговице (Вт/см); t – время воздействия излучения, с.

Порядок выполнения работы. 1. Оценить прямое лазерное излучение. 2. Оценить зеркально-отраженное лазерное излучение. 3. Оценить диффузно-отраженное лазерное излучение. 4. Оценить класс опасности лазера. 5. Определить эффективность светофильтров при прямом виде излучения. 6. Определить расчетным путем влияние освещенности рабочей поверхности (поверхности стола) на возникновение опасности лазерного излучения. 7. Подготовить отчет.

Контрольные вопросы. 1. Основные эргономические параметры программно-обучающего комплекса. 2. В чем заключается вредность лазерного излучения для человека (биологические эффекты)? 3. На какие области спектра разбивается лазерное излучение в соответствии с биологическим действием? 4. Принцип нормирования лазерного излучения, нормируемые параметры, порядок определения ПДУ для видимой области спектра при непрерывном излучении. 5. Как классифицируются лазеры по степени опасности? 6. Дайте определение понятия «дозиметрия лазерного излучения». Методы дозиметрии лазерного излучения. 7. Методика оценки лазерного излучения. 8. Какие существуют средства защиты от лазерных излучений?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

Эргономическое обеспечение систем, разрабатываемых в среде VideoCAD

Цель работы. Изучить теоретические основы, получить практические навыки эргономической оценки систем наблюдения, разработанных с использованием VideoCad.

Теоретические сведения. Эргономическая оценка начинается с анализа особенностей функционирования разработанной системы. Необходимо составить проверочный список, пример которого представлен в табл. 4.1. Этапы разработки системы представлены на рис. 4.1.

Варианты выбора мест для установок могут быть следующие. Установка 1 обхватывает весь объект, в то время как установка 2 направлена на его уча-

сток. В условиях ограниченного размера объекта возможен другой выбор: применяется одна установка с соответствующим углом обзора объектива. Оптимальная точка размещения установок такая, чтобы не пришлось использовать экстремально широкоугольный объектив и чтобы при этом не возникали геометрические искажения отдельных участков объекта. Малый угол обзора установки гарантирует показание достоверной информации об отдельном участке.

Таблица 4.1

Исходные данные, необходимые для эргономической оценки системы

Что нужно прояснить	Возможные результирующие решения / заданные величины
Тип объекта	Невысокая степень опасности / средняя опасность / высшая степень опасности
Число установок в общей сложности и на каждый отдельный участок	Число необходимых установок определяется из индивидуального анализа слабости положения объекта
Число наружных / внутренних установок	Зависит от соответствующей необходимой комплектации
Число установок с постоянным, жестким креплением	Постоянное расположение необходимого горизонтального угла обзора для оптимального охвата объекта и возможность распознавания
Число установок на дистанционно управляемых головках с изменяемой пространственной ориентацией. Позиционирование: да / нет	Выбор подходящих дистанционно управляемых систем и минимального / максимального угла обзора трансфокатора
Расстояние передачи в центр для каждой отдельной установки. Место расположения центрального блока. Необходимость объединения с системой контроля входа	Выбор подходящей системы передачи и необходимых устройств. Основные критерии для выбора соответствующих центральных блоков
Целесообразность установления специальных приборов	Сенсоры, цифровая память, квадратор, мультиплексор, принтер, аппаратура с длительным временем записи

Порядок выполнения работы. 1. Изучить содержание файла «Основы работы в VideoCad», а также справку для программы VideoCad. 2. Получить у преподавателя план объекта. 3. С помощью программы VideoCad разработать систему наблюдения для полученного объекта согласно рекомендациям. 4. Представить выполненную лабораторную работу преподавателю.

Содержание отчета. 1. Цель работы. 2. Распечатка размещения установок на плане объекта в горизонтальной проекции из программы Videocad. 3. Схема размещения оборудования разработанной системы. 4. Конкретные предложения по снижению затрат и выбор удобной архитектуры системы. 5. Выводы по работе.

Контрольные вопросы. 1. В чём заключается эргономическое обеспечение? 2. В каком виде наиболее часто выполняются современные установки? 3. Какие основные блоки входят в состав структурной схемы системы? 4. Какие

возможности и преимущества самостоятельно или в сочетании с другой техникой предоставляют системы наблюдения? 5. В чём заключается рационализация применения систем?

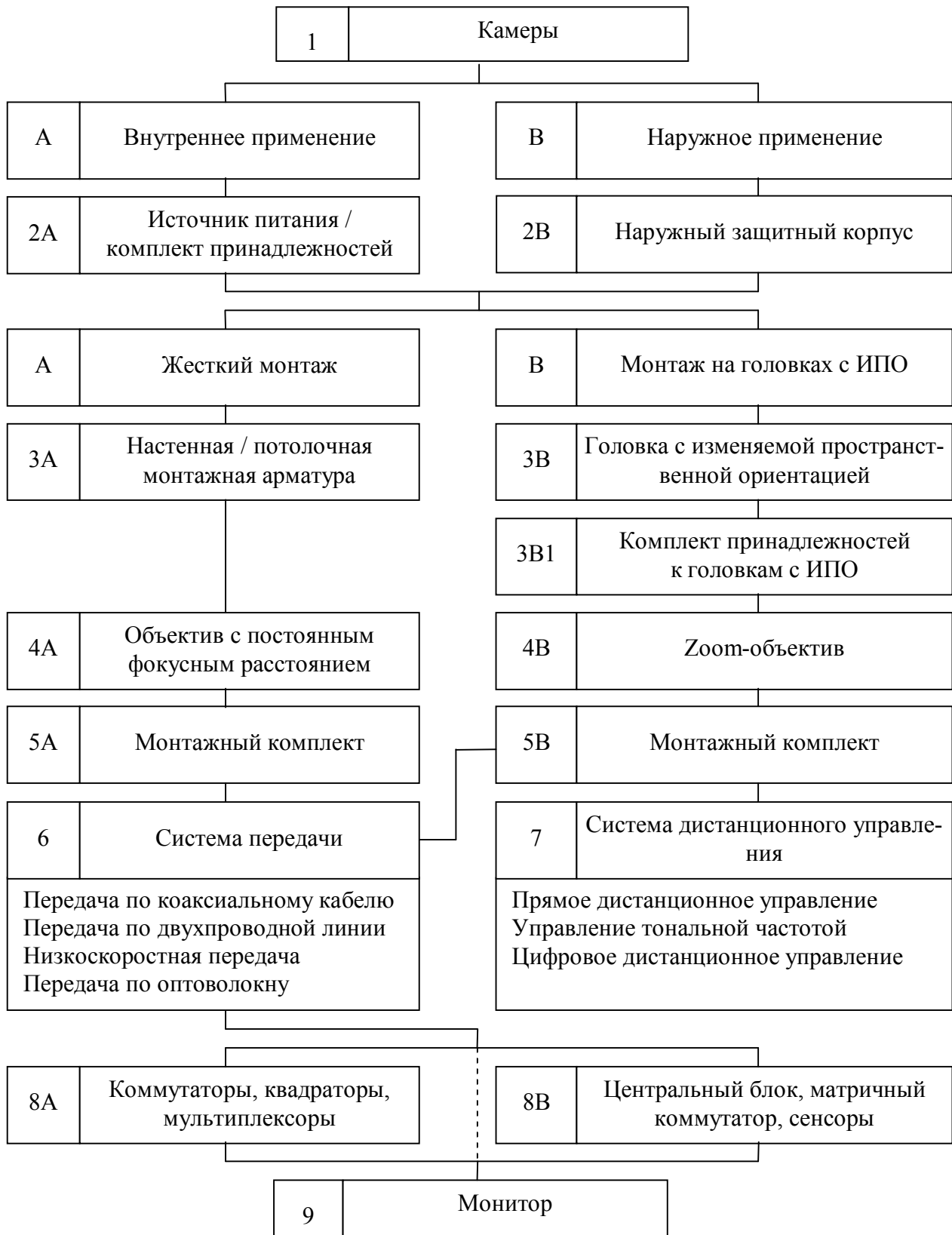


Рис. 4.1. Этапы разработки системы

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

Биометрическая система авторизации голоса

Цель работы. Изучить основы разработки биометрических систем, получить практические навыки работы с такими системами с использованием специализированной программы.

Теоретические сведения. Благодаря высоким техническим характеристикам биометрические средства защиты вызывают большой интерес у специалистов. Программа Demo.exe имитирует простейшую систему с голосовым замком.

Рассмотрим интерфейс программы. После запуска программы на экране появляется система голосового допуска. В систему входят 4 пользователя и 5 помещений. Каждому пользователю присвоен цвет. На рис. 5.1 изображены следующие поля: присвоение имени пользователю; цвет пользователя, которому разрешен доступ; положение пользователя; протокол работы; выбор текущего пользователя; двери; кнопки управления положением текущего пользователя; назначение голосового пароля пользователю.

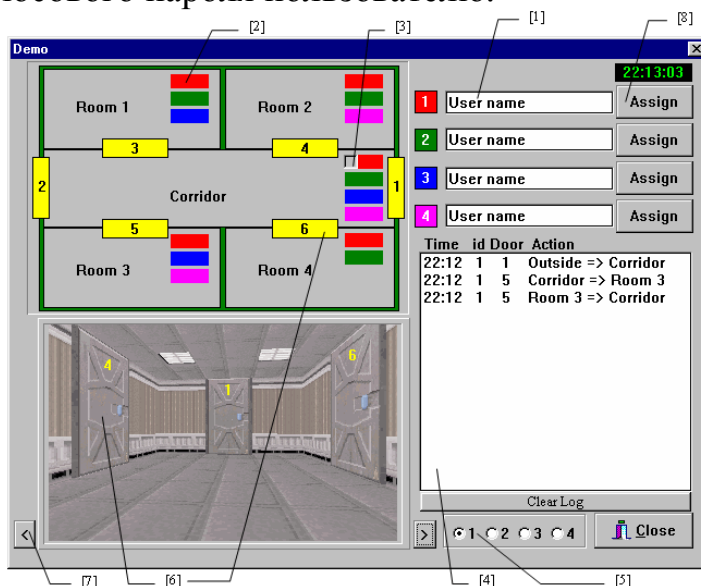


Рис. 5.1. Интерфейс программы Demo.exe

Режим распознавания действует следующим образом. Сначала необходимо выбрать пользователя «поле 5», под чьим именем вы желаете войти, и щелкнуть мышью по соответствующим дверям «поле 6». Система спросит пароль «Say your password» (от 1 до 3 раз). Если пароль будет успешно распознан, то система откроет дверь, в противном случае система откажет в доступе. Для каждой комнаты заранее определено, кому разрешен доступ «поле 2». Выбор дверей – «поле 7». Система отслеживает положение каждого пользователя «поле 3» и ведет протокол работы «поле 4». В протоколе фиксируются все события, которые происходили при работе с системой: Time – время совершения события (текущее время); Id – номер пользователя (1 – 4; ? – если пользователь

не узнан); Door – номер двери (1 – 6); Action – произошедшее событие: 1) Corridor => Room 4 – передвижение из коридора в комнату 4; 2) Alien – пользователь не зарегистрирован или не узнан; 3) Access denied – доступ в комнату запрещен; 4) Password of alien user – зарегистрированный пользователь пытался воспользоваться паролем другого зарегистрированного пользователя. Такую ситуацию можно смоделировать, если записать одного и того же пользователя с разными именами и паролями. Последнее сообщение показывает, что в данной программе реализовано решение открытой задачи идентификации по парольной фразе, поскольку на этапе Request происходит сравнение тестового произнесения со всеми эталонами, хранящимися в системе. После этого выбирается диктор с наиболее похожим эталоном, а потом принимается решение о принадлежности тестового произнесения выбранному диктору.

Если программа работает неверно, то проверьте следующее: правильность установки звуковой карты; возможность работы звуковой карты с 16-битными отсчетами; качество вводимого речевого сигнала. Для исключения последнего необходимо оттестировать входной сигнал микрофона. Сделать это можно с помощью программы Audimic.exe, установив уровень записи примерно на 2/3 от максимума.

Порядок выполнения работы. 1. Изучить описание и порядок работы с программой Demo.exe. 2. С помощью программы Demo.exe смитировать все возможные варианты событий, которые могут произойти в процессе функционирования системы с голосовым замком. 3. Показать выполненную лабораторную работу преподавателю.

Содержание отчета. 1. Цель работы. 2. Протокол событий, которые происходили при работе с системой с голосовым замком. 3. Схема размещения оборудования разработанной биометрической системы на плане объекта, выданном преподавателем. 4. Конкретные предложения по снижению затрат на проектирование удобной архитектуры биометрической системы в соответствии с планом выбранного объекта. 5. Выводы по работе.

Контрольные вопросы. 1. Что такое эргономическая совместимость. 2. Какие подсистемы входят в систему с голосовым замком? 3. Из каких этапов состоит обобщенный алгоритм биометрической идентификации? 4. Из каких основных блоков состоит схема системы с голосовым замком?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

Эргатическая система управления механическими устройствами

Цель работы. Построить простейшую систему управления механическими устройствами на примере шагового двигателя.

Теоретические сведения. Рассмотрим эргатическую систему типа человек – механическое устройство (с применением шагового двигателя). Для приведения в действие шагового двигателя необходимо устройство, которое бы преобразовывало управляющие сигналы малой мощности в токи, достаточные

для управления мотором. Такое устройство называют драйвером двигателей. В лабораторной работе используется драйвер управления, выполненный в виде полностью готовой к работе микросхемы L293D. L293D содержит сразу два усилительных моста для управления двумя обмотками шагового двигателя небольшой мощности (четыре независимых канала, объединенных в две пары). Имеет две пары входов для управляющих сигналов и две пары выходов для подключения двигателя. L293D обеспечивает разделение электропитания для микросхемы и для управляемых ею двигателей, что позволяет подключить электродвигатели с большим напряжением питания, чем у микросхемы. Разделение электропитания микросхем и электродвигателей также необходимо для уменьшения помех, связанных с работой моторов.

Управляющие сигналы на драйвер шагового двигателя генерируются управляющим устройством – микроконтроллером. Микроконтроллер в свою очередь генерирует управляющие сигналы в соответствии со своей внутренней программой. В лабораторной работе используется микроконтроллер AtMega 16 семейства AVR.

Для разработки программного обеспечения и отладки работы микроконтроллеров AtMega используется среда разработки AVR Studio. При запуске пакета AVR Studio появится окно мастера создания проектов. Если окно мастера не появилось, его можно открыть с помощью меню Project->Project Wizard. Выберите опцию New Project. В появившемся окне выберите Project Type: AVR GCC, введите имя проекта, например Lab1_kovalyov, отметьте галочками Create initial file и Create Folder. В поле Location выберите директорию для сохранения проекта. Нажмите кнопку Next. В появившемся окне выберите Debug Platform: AVR Simulator; Device: AtMega16. Нажмите кнопку Finish. Далее появится основное окно среды разработки.

Приведем пример простой программы для микроконтроллера AtMega16. В соответствии с этой программой шаговый двигатель начинает вращаться в одношаговом режиме при нажатии кнопки А.

```
#define F_CPU 11.0592E6
#include<avr/io.h>
#include<util/delay.h>
short unsigned int position = 0;
int main (void)
{
    DDRD = 0x00; PORTD = 0xFF;
    DDRA = 0x00; DDRC = 0xFF;
    PORTA = 0x00; PORTC = 0x00;
    while(1)
    {
        If((PIND & (1 << PIND0)) == 0)
        {
            PORTA = (1 << position);
            if(position == 3)
            {
                position = 0;
            }
            else position++;
        }
        _delay_ms(100);
    }
    return 1;
}
```

Файл «avr/io.h» является общим заголовочным файлом для микроконтроллеров семейства AVR. В этом заголовочном файле хранится информация о микроконтроллерах: имена регистров, битов в регистрах, определены имена прерываний, имена портов и т. п.

Микроконтроллер имеет 4 порта ввода/вывода: А, В, С, D. Каждый порт в свою очередь состоит из восьми «ножек». Каждая отдельная «ножка» порта А, В, С или D может работать либо как вход, либо как выход. Это определяется регистрами Data Direction Register (DDRA, DDRB, DDRC, DDRD). Установка соответствующего бита в 1 (единицу) делает «ножку» выходом, 0 – входом. Нумерация «ножек» начинается с младшего бита. Таким образом, выставив, например, DDRB = 13 (или 0b00001101), мы делаем выходами «ножки» RB0, RB2, RB3, остальные – входы. Для установки состояния «ножек» используются регистры PORT# (PORTA, PORTB, PORTC, PORTD соответственно). Выполнив, к примеру, инструкцию PORTB = 6 (или 0b00000110), мы выставляем на «ножках» PB1, PB2 логическую единицу. На всех остальных выходах устанавливается логический ноль. Нельзя устанавливать состояние «ножек» объявленных как входы. Это может привести устройство к выходу из строя. Если какая-либо «ножка» порта установлена на вход, то ее значение можно периодически считывать с помощью регистров PIN# (PINA, PINB, PINC, PIND соответственно). Изменение значения в регистре сигнализирует о нажатии кнопки.

В начале программы производится инициализация портов:

```
DDRD = 0x00; DDRA = 0xFF; DDRC = 0xFF;
```

Эти операции означают, что порт D является входом (к нему подключены кнопки), порты А и С являются выходами (к каждому из них подключен шаговый двигатель).

```
PORTD = 0xFF; PORTA = 0x00; PORTC = 0x00;
```

Эти операции инициализируют начальные значения портов. Порт D (входной) по умолчанию инициализируется логическими единицами. Приведенные выше инструкции зависят от конкретной аппаратной реализации устройства и обязательны для каждой. Измерять их нельзя.

Далее идет бесконечный цикл while(1). При программировании микроконтроллеров всегда делают бесконечный цикл, в котором микроконтроллер выполняет какое-либо действие, пока его не сбросят или пока не произойдет прерывание. В данном случае программа в каждой итерации цикла проверяет, была ли нажата кнопка А, подключенная к входу PIND0.

```
if ((PIND & (1 << PIND0)) == 0)
```

Обратите внимание, что по умолчанию входные порты инициализированы значением 1, и, следовательно, сигналом о том, что кнопка нажата, служит появление логического нуля на входе PIND0. Если кнопка нажата, то выполняется процедура последовательной подачи питания на обмотки двигателя. Процедура заключается в последовательной установке логической единицы на выходах PA0, PA1, PA2, PA3. Функция _delay_ms(200) устанавливает задержку в 200 мс между каждой итерацией цикла. То есть двигатель будет производить

1 шаг каждые 200 мс. Изменяя величину задержки, можно управлять скоростью вращения двигателя.

Основные элементы устройства и соответствующие им порты микроконтроллера представлены в табл. 6.1.

Порядок выполнения работы 1. Ознакомьтесь с теоретической частью. 2. Получите задание у преподавателя. 3. Произведите программирование контроллера лабораторного стенда. 4. Произведите испытание работы стенда. 5. Напишите отчет.

Варианты заданий:

1. Написать программу, обеспечивающую поворот вала двигателя на определённый градус (табл. 6.2) при нажатии кнопки.

Таблица 6.1

Основные элементы устройства

Устройства		Порт	№ Вывода
Кнопка А		D	PD0
Кнопка В			PD1
Кнопка С			PD2
Кнопка D			PD3
Двигатель 1	Катушка 1	A	PA0
	Катушка 2		PA1
	Катушка 3		PA2
	Катушка 4		PA3
Двигатель 2	Катушка 1	C	PC0
	Катушка 2		PC1
	Катушка 3		PC2
	Катушка 4		PC3

Таблица 6.2

Варианты заданий

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Угол поворота вала, град.	90	180	360	90	180	360	90	180	360
Управляющая кнопка	A	A	A	B	B	B	C	C	C

2. Написать программу, обеспечивающую вращение вала двигателя при нажатии и удержании кнопки (табл. 6.3).

Таблица 6.3

Варианты заданий

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8
Направление вращения	По часовой стрелке	Против часовой стрелки	По часовой стрелке	Против часовой стрелки	По часовой стрелке	Против часовой стрелки	По часовой стрелке	Против часовой стрелки
Управляющая кнопка	A	A	B	B	C	C	D	D

3. Написать программу, обеспечивающую следующие возможности: при нажатии и удержании кнопки произвести вращение вала двигателя по часовой

стрелке. При нажатии и удержании другой кнопки произвести вращение вала двигателя против часовой стрелки (табл. 6.4).

Таблица 6.4

Варианты заданий

Варианты	1		2		3		4	
Направление вращения	По часовой стрелке	Против часовой стрелки	По часовой стрелке	Против часовой стрелки	По часовой стрелке	Против часовой стрелки	По часовой стрелке	Против часовой стрелки
Управляющая кнопка	А	В	С	Д	А	С	С	Д

4. Написать программу, обеспечивающую следующие возможности: при нажатии кнопки двигатель начинает вращение. При повторном нажатии кнопки двигатель прекращает вращение (табл. 6.5).

Таблица 6.5

Варианты заданий

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8
Направление вращения	По часовой стрелке	Против часовой стрелки	По часовой стрелке	Против часовой стрелки	По часовой стрелке	Против часовой стрелки	По часовой стрелке	Против часовой стрелки
Управляющая кнопка	А	А	В	В	С	С	Д	Д

5. Написать программу, обеспечивающую следующие возможности: при нажатии на кнопку А двигатель начинает вращение; при повторном нажатии на кнопку А двигатель прекращает вращение. Реализовать с помощью двух дополнительных С и Д кнопок возможность увеличения и уменьшения скорости двигателя.

Содержание отчета. 1. Цель работы. 2. Структура лабораторного стенда. 3. Алгоритм работы программы. 4. Выводы.

Контрольные вопросы. 1. Что такое эргатическая система? 2. Из каких элементов состоит простейшая система управления шаговыми двигателями? 3. Каким образом задаются входы/выходы микроконтроллеров AtMega? 4. Какие функции выполняет микросхема драйвер?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

Эргономическое обеспечение информационных сигнальных систем

Цель работы. Изучить методику и получить практические навыки разработки информационных сигнальных систем с помощью адресно-аналоговой системы «Юнитроник».

Теоретические сведения. Современные информационные сигнальные системы выполняют функции сбора и обработки информации, управления инженерными системами производственного назначения. В настоящее время раз-

работаны информационные сигнальные устройства с подтверждением исправности, предназначенные для работы в адресно-аналоговой системе «Юнитроник».

Данные приборы являются аналоговыми устройствами с внешней адресацией: адрес определяется шлейфом сигнализации, в котором он установлен. Это приборы с упрощенной инсталляцией – они не требуют настройки и программирования параметров. Адресно-аналоговая система «Юнитроник» является информационной системой с распределенной логикой, что обеспечивает гибкость её архитектуры и возможность создавать структуру управления, сбора и обработки информации, максимально приспособленную к архитектуре объекта.

Конфигурирование системы с использованием компьютера. Запустить программу «Конфигуратор» в соответствии с её описанием. Используя средства интерфейса компьютера и описание программы «Конфигуратор», отредактировать имеющуюся или создать новую конфигурацию информационной сигнальной системы и сохранить её на жестком диске. Загрузить полученный файл конфигурации. Программа «Мониторинг» предназначена для: объединения нескольких устройств с целью создания единого рабочего места; визуализации планов; сбора информации о произошедших неисправностях и других событиях; выдачи инструкций; управления системой; связи с другими ПК с использованием локальных сетей.

Порядок выполнения работы. 1. Изучить техническое описание «Юнитроник». 2. Получить у преподавателя план объекта. 3. С помощью программы «Конфигуратор» для «Юнитроник» создать новую конфигурацию информационной сигнальной системы для полученного объекта. Сохранить файл с базой на жестком диске. 4. Загрузить полученный файл конфигурации в программу «Мониторинг» для «Юнитроник». Проверить работу системы в автономном режиме. 5. Показать выполненную лабораторную работу преподавателю.

Содержание отчета. 1. Цель работы. 2. Распечатка созданной конфигурации базы из программы «Конфигуратор» для «Юнитроник». 3. Схема разработанной информационной сигнальной системы. 4. Выводы по работе.

Контрольные вопросы. 1. Какие функции, требующие эргономического проектирования, выполняют информационные сигнальные системы? 2. Что должна контролировать система самотестирования информационной сигнальной системы? 3. Какие основные параметры «Юнитроник» необходимо определить, для того чтобы спроектировать информационную сигнальную систему?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

Управление в информационных системах

Цель работы. Изучить методику синтеза автоматов Мили и Мура по граф-схеме алгоритма.

Теоретические сведения. При проектировании различных устройств предварительно составляется содержательная граф-схема алгоритма (ГСА), в

которой внутри условных и операторных вершин записаны не элементы множеств X и Y , а логические условия и микрооперации содержательных терминов. Логические условия и микрооперации кодируются символами x_1, \dots, x_l и y_1, \dots, y_N , соответственно.

Рассмотрим пример синтеза автомата Мили. Для определения числа состояний автомата Мили необходимо произвести разметку ГСА, которая выполняется в следующем порядке: символом a_1 отмечается вход первой вершины, следующей за начальной, а также вход конечной вершины; входы вершин, следующих за операторными вершинами, отмечаются символами a_2, a_3 ; входы двух различных вершин, за исключением конечных, не могут быть отмечены одинаковыми символами; вход вершины может обеспечиваться только одним символом. После разметки ГСА строится граф автомата Мили. Закодировать состояние автомата можно следующим образом: $a_1 = 00$; $a_2 = 01$; $a_3 = 10$; $a_4 = 11$.

Для построения функции возбуждения и выходов используется структурная таблица, которая отчасти повторяет таблицу переходов, но содержит коды состояний и перечень сигналов возбуждения, формируемых на переходе (a_m, a_s) . В столбце сигналов возбуждения указывается сигнал S_k , если триггер P_k на переходе (a_m, a_s) переключается из состояния 0 в состояние 1, и сигнал R_k , если триггер переключается из состояния 1 в состояние 0. Сигнал T_k – триггеры переключаются по счетному входу. На основании структурной таблицы строится каноническая система функций выходов и возбуждения (RS -триггера).

На основе систем булевых функций строятся функциональные схемы автоматов Мили на RS -триггерах. Рассмотрим пример синтеза автомата Мура с законом функционирования, заданным той же ГСА. Разметка ГСА производится в следующем порядке: символом a_1 отмечаются начальная и конечная вершины ГСА; каждая операторная вершина отмечается единственным символом a_2, a_3, \dots ; две различные операторные вершины не могут быть отмечены одинаковыми символами. На ГСА символы состояний a_1, a_2, \dots обозначены цифрами 1, 2, ..., 6 в кружках при соответствующих вершинах. После разметки ГСА строится граф автомата Мура.

$$\left. \begin{aligned} y_1 &= a_1 B x_1 + a_3 x_4, \\ y_2 &= a_2 x_2 + a_4, \\ y_3 &= a_2 \bar{x}_2 x_3 + a_3 x_4, \\ y_4 &= a_4, \\ y_5 &= a_3 \bar{x}_4, \\ S_1 &= a_2 \bar{x}_2 x_3 + a_2 x_2, \\ R_1 &= a_1 x_1 + a_4, \\ S_2 &= a_1 B x_1 + a_3 x_4 + a_3 \bar{x}_4, \\ R_2 &= a_2 \bar{x}_2 \bar{x}_3 + a_4 + a_2 x_2. \end{aligned} \right\}$$

Минимизируя систему булевых функций, получим

$$\left. \begin{aligned} y_1 &= a_1 B x_1 + a_3 x_4, \\ y_2 &= a_2 x_2 + a_4, \\ y_3 &= a_2 x_2 x_3 + a_3 x_4, \\ y_4 &= a_4, \\ y_5 &= a_3 x_4, \\ S_1 &= a_2 x_3 + a_2 x_2, \\ R_1 &= a_1 x_1 + a_4, \\ S_2 &= a_1 B x_1 + a_3 x_4 + a_3, \\ R_2 &= a_2 x_3 + a_4 + a_2 x_2. \end{aligned} \right\}$$

Автомат имеет шесть состояний. Для кодировки состояний необходимо $n \geq \log_2 6 = 3$ триггера. При кодировке состояний автомата, с целью упрощения функций возбуждения, уменьшения количества оборудования, выбирают коды, содержащие минимальное количество единиц в слове. Автомат можно закодировать следующим образом: $a_1 = 000$; $a_2 = 001$; $a_3 = 010$; $a_4 = 100$; $a_5 = 011$; $a_6 = 110$.

Наборы 111 и 101, не применяемые для кодирования состояний, являются несущественными и могут быть использованы для минимизации функции дешифрования, устанавливающих зависимость состояний автомата от состояний P_1, P_2, P_3 триггеров памяти. Минимизация функций дешифрования кода $P_1 P_2 P_3$ выполнена на карте Карно.

		$P_2 P_3$			
		00	01	11	10
P_1	0	a_1	a_2	a_5	a_3
	1	a_4	d	d	a_6

$$\begin{aligned} a_1 &= \overline{P_1} * \overline{P_2} * \overline{P_3} \\ a_2 &= \overline{P_2} * P_3 \\ a_3 &= \overline{P_1} * P_2 * \overline{P_3} \\ a_4 &= P_1 * \overline{P_2} \\ a_5 &= P_2 * P_3 \\ a_6 &= P_1 * P_2 \end{aligned}$$

В качестве элементов памяти будем использовать D -триггеры, которые переключаются в состояние 1, если сигнал возбуждения $D=1$, и в состояние 0, если $D=0$. Следовательно, сигнал возбуждения $D_i=1$ всякий раз, когда при переходе в следующее состояние триггер P_i должен находиться в состоянии 1. Структурная таблица автомата Мура отображена в табл. 1.1

Таблица 1.1

Структурная таблица автомата Мура

Переходы	Исходные состояния	Код исходного состояния	Следующее состояние	Код следующего состояния	Входной набор	Выходной набор	Сигналы возбуждения
1	a_1	000	a_1	000	$B * \overline{x_1}$	-	-
2	a_2	01	a_3	010	$B * x_1$	-	D_3
3	a_3	010	a_4	10*	$\overline{x_2} * \overline{x_3}$	y_1	-
4	a_4	10*	a_6	11*	x_2	-	D_2
5	a_5	*11	a_6	11*	$\overline{x_2} * x_3$	-	D_1
6	a_6	11*	a_1	000	x_4	y_2	D_1
7	a_1	000	a_2	*01	$\overline{x_4}$	y_1, y_3	D_2, D_3
8	a_2	01	a_1	000	-	y_1, y_3	D_1, D_2
9	a_3	010	a_3	010	-	y_5	D_1, D_2
10	a_4	10*	a_1	000	-	y_2, y_4	-

Каноническая система булевых функций имеет вид:

$$y_1 = a_2 + a_4$$

$$y_2 = a_3 + a_6$$

$$y_3 = a_4$$

$$y_4 = a_6$$

$$y_5 = a_5$$

$$D_1 = a_2 * \overline{x_2} * x_3 + a_3 * x_4 + a_4 + a_5$$

$$D_2 = a_2 * x_2 + a_3 * \overline{x_4} + a_4 + a_5$$

$$D_3 = a_1 * B * x_1 + a_3 * \overline{x_4}$$

Напомним, что функции переходов и входов автоматов Мура и Мили описываются системой функций

Автомат Мура:

$$\begin{cases} a(t+1) = \beta(a(t), z(t)), \\ w(t) = \alpha(a(t)). \end{cases}$$

Автомат Мили:

$$\begin{cases} a(t+1) = \beta(a(t), z(t)), \\ w(t) = \alpha(a(t), z(t)). \end{cases}$$

Автомат Мили имеет импульсный вход, т. е. его выходное состояние зависит от входного и внутреннего, а последнее меняется при смене входного. У автомата Мура вход потенциальный, т. к. его внутреннее состояние сохраняется до следующего такта. С точки зрения функционирования автоматы Мили и Мура эквивалентны. От автомата Мили можно перейти к автомату Мура и наоборот. Наиболее просто перейти от автомата Мура к автомату Мили, при этом число его внутренних состояний не увеличивается. Переход от автомата Мили к автомату Мура более трудоемкий, при этом переходе автомат, как правило, увеличивает число внутренних состояний. Если исходный автомат Мили имеет N входных состояний и K внутренних состояний, то модель автомата Мура в общем случае будет иметь $NK+1$ внутренних состояний. При практической реализации структура автомата нередко оказывается более громоздкой, чем автомат Мили.

Вопросы для проверки знаний. 1. Что такое цифровой (дискретный) автомат? 2. Абстрактная модель цифрового автомата. 3. Способы задания цифровых автоматов. 4. Модели цифровых автоматов Мили и Мура. 5. Чем отличаются абстрактный и структурный автоматы? 6. Табличная форма задания автомата Мили. 7. Табличная форма задания автомата Мура. 8. Граф автомата Мили. 9. Граф автомата Мура. 10. Функционирование автомата во времени. 11. Правила разметки автомата Мили по ГСА. 12. Правила разметки автомата Мура по ГСА. 13. Структурные отличия автоматов Мили и Мура.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

Физико-математическое представление схем, изделий

Цель работы. Изучить методику и получить практические навыки расчета упругих элементов микросистемной техники с применением Mathcad.

Теоретическая часть. *Плоская круглая пластина.* Рассмотрим распределение механических напряжений и деформаций плоской круглой пластины ра-

диусом R , подвергающейся равномерному давлению (рис. 2.1).

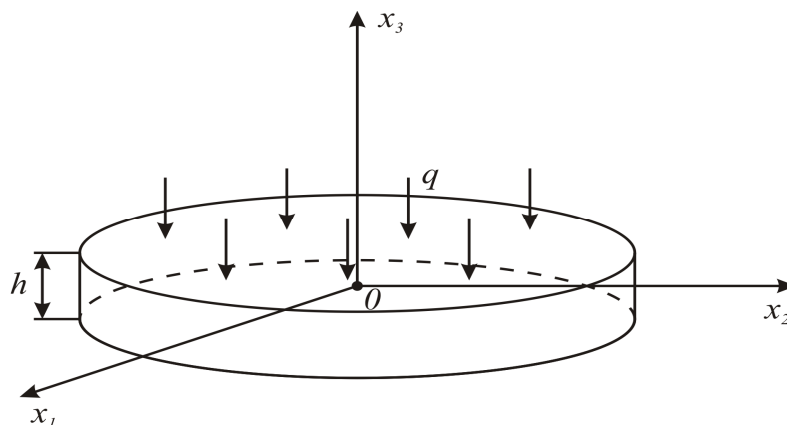


Рис. 2.1. Схема нагружения круглой плоской упругой пластины

Для описания прогибов и напряжений упругих элементов выберем систему координат в соответствии с табл. 2.1. Здесь же указаны упругие податливости в выбранной системе координат и значение коэффициента m .

В выбранной системе координат w_0 можно определить из уравнения

$$\omega_0 = -m \frac{|q| R^4}{h^3}, \quad (2.1)$$

где

$$m = \frac{3}{2} \times \frac{S_{66}(S_{11}S_{22} - S_{12}^2)}{3(S_{11} + S_{22})S_{66} + 2(2S_{11}S_{22} - 2S_{12}^2 - S_{12}S_{66})}.$$

Таблица 2.1

Значения упругих податливостей для кристаллографических плоскостей кремния

Плоскость	x_1	x_2	x_3	$S_{11}, \text{Па}^{-1}$	$S_{12}, \text{Па}^{-1}$	$S_{66}, \text{Па}^{-1}$	$S_{22}, \text{Па}^{-1}$	$m, \text{Па}^{-1}$
(100)	100	010	001	$0,768 \times 10^{-11}$	$-0,214 \times 10^{-11}$	$1,256 \times 10^{-11}$	$0,768 \times 10^{-11}$	$0,121 \times 10^{-11}$
(111)	$1\bar{1}0$	$11\bar{2}$	111	$0,591 \times 10^{-11}$	$-0,155 \times 10^{-11}$	$1,492 \times 10^{-11}$	$0,591 \times 10^{-11}$	$0,103 \times 10^{-11}$
(110)	$1\bar{1}0$	$00\bar{1}$	110	$0,591 \times 10^{-11}$	$-0,214 \times 10^{-11}$	$1,256 \times 10^{-11}$	$0,768 \times 10^{-11}$	$0,105 \times 10^{-11}$

Поскольку глубина тензорезистивных слоев много меньше, чем толщина пластины, наибольший практический интерес имеют напряжения на верхней и нижней поверхностях пластины, когда $x_3 = \pm h/2$. Учитывая это, получаем

$$\varepsilon_{11} = \varepsilon_0 \left(1 - \frac{3x_1^2 + x_2^2}{R^2} \right), \quad \varepsilon_{22} = \varepsilon_0 \left(1 - \frac{x_1^2 + 3x_2^2}{R^2} \right), \quad (2.2)$$

$$\varepsilon_{12} = 2\varepsilon_0 \frac{x_1 x_2}{R^2}, \quad \varepsilon_0 = \pm \frac{2|\omega_0|h}{R^2},$$

где ε_0 – деформация на поверхности в центре пластины; w_0 определяется выражением (2.1), причем знак минус соответствует верхней поверхности.

В упругих элементах, плоскость которых совпадает с кристаллографической плоскостью (100) или (111), податливости S_{11} и S_{22} равны, что дополнительно упрощает выражения для компонент тензора напряжений T_{11} и T_{22} :

$$T_{11} = \frac{E\varepsilon_0}{1-\nu^2} \left[1 + \nu - (3 + \nu) \frac{x_1^2}{R^2} - (1 + 3\nu) \frac{x_2^2}{R^2} \right],$$

$$T_{22} = \frac{E\varepsilon_0}{1-\nu^2} \left[1 + \nu - (3 + \nu) \frac{x_2^2}{R^2} - (1 + 3\nu) \frac{x_1^2}{R^2} \right],$$

здесь учтено, что $E = 1/S_{11}$ – модуль Юнга и $\nu = -S_{12}/S_{11}$ – коэффициент Пуассона.

Прямоугольная тонкая пластина. Ориентацию сторон пластины выберем в соответствии с табл. 2.2. Систему координат свяжем со срединной плоскостью, а начало координат поместим в центр пластины (рис. 2.2).

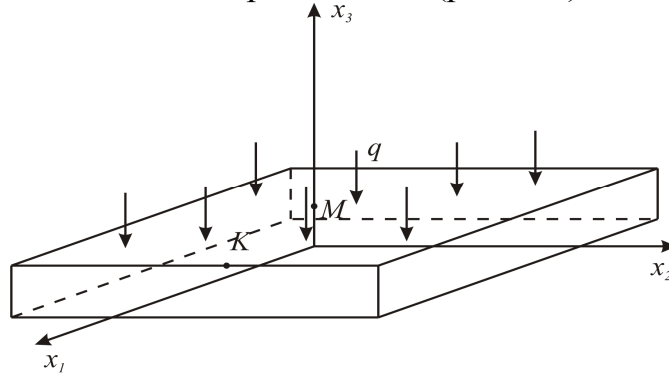


Рис. 2.2. Схема нагружения квадратного жесткозакрепленного упругого элемента

В выбранной системе координат пластины обладают ортотропной упругой симметрией и компоненты матрицы упругих податливостей S_{16} и S_{26} равны нулю. В этом случае D_{jj} – изгибные жесткости анизотропной пластины, выражающиеся через упругие податливости кремния в системе координат, связанной со сторонами пластины:

$$D_{11} = \frac{h^3}{12} \times \frac{S_{22}}{S_{11}S_{22} - S_{12}^2}, \quad D_{22} = \frac{h^3}{12} \times \frac{S_{11}}{S_{11}S_{22} - S_{12}^2},$$

$$D_{12} = -\frac{h^3}{12} \times \frac{S_{12}}{S_{11}S_{22} - S_{12}^2}, \quad D_{66} = \frac{h^3}{12S_{66}}.$$

Значения жесткостей для рассматриваемых плоскостей при $h =$ указаны в табл. 2.2.

Для квадратной пластины прогибы будем искать в виде

$$w = C_1 \left(x_1^2 - \frac{a^2}{4}\right)^2 \left(x_2^2 - \frac{a^2}{4}\right)^2 + C_2 \left(x_1^2 - \frac{a^2}{4}\right)^3 \left(x_2^2 - \frac{a^2}{4}\right)^3,$$

где C_1 и C_2 – неизвестные коэффициенты, подлежащие определению, варьируя коэффициенты C_1 и C_2 .

Таблица 2.2

Жёсткости вдоль кристаллографических плоскостей

Плос- кость	x_1	x_2	x_3	$\frac{D_{11}}{h^3} \times 10^{-10}$	$\frac{D_{12}}{h^3} \times 10^{-10}$	$\frac{D_{22}}{h^3} \times 10^{-10}$	$\frac{D_{66}}{h^3} \times 10^{-10}$
(100)	110	110	001	1,4156	0,08862	1,4156	0,4243
(111)	$1\bar{1}0$	$11\bar{2}$	111	1,5142	0,3971	1,5142	0,5585
(110)	$1\bar{1}0$	$00\bar{1}$	110	1,5683	0,4370	1,2068	0,6635

Толщины тензорезистивного слоя много меньше толщины пластины, поэтому для проектирования сенсоров давления можно принять координату x_3 равной $x_3 = \pm h/2$. В этом случае, компоненты $T_{13} = T_{23} = 0$.

Варьирование коэффициентов C_1 дает следующие выражения для пластины (рис. 2.2) со стороны $2a$:

$$C_1 = -\frac{0,0601}{D_{11}a^4} |q| f(\alpha, \beta), \quad C_2 = -\frac{0,00693}{D_{11}a^8} |q| \varphi(\alpha, \beta), \quad (2.6)$$

где

$$f(\alpha, \beta) = \frac{1 + \alpha + 0,673\beta}{(1 + \alpha)^2 + 0,959\beta(1 + \alpha) + 0,176\beta^2},$$

$$\varphi(\alpha, \beta) = \frac{1 + \alpha + 3,402\beta}{(1 + \alpha)^2 + 0,959\beta(1 + \alpha) + 0,176\beta^2}, \quad (2.7)$$

$$\alpha = \frac{D_{22}}{D_{11}}, \quad \beta = \frac{D_{12} + 2D_{66}}{D_{11}}.$$

Если упругие свойства пластин вдоль осей x_1 и x_2 одинаковы, то $T_{11} = T_{22}$ в точке М. В кремниевых сенсорах давления тензорезисторы располагаются вдоль осей x_1 и x_2 там, где напряжения T_1 и T_{22} достигают максимальных значений. Так, механические напряжения вдоль оси x_1 определяются выражениями

$$T_{12} = 0,$$

$$T_{11} = a_1^{(1)}(3u^2 - 1) - a_2^{(1)}(5u^4 - 6u^2 + 1) - a_3^{(1)}(u^2 - 1)^2 + a_4^{(1)}(u^2 - 1)^3, \quad (2.8)$$

$$T_{22} = a_1^{(2)}(3u^2 - 1) - a_2^{(2)}(5u^4 - 6u^2 + 1) - a_3^{(2)}(u^2 - 1)^2 + a_4^{(2)}(u^2 - 1)^3.$$

В табл. 2.3 приведены значения коэффициентов $a_i^{(i)}$ для упругих элементов трех выбранных кристаллографических ориентаций на поверхности $x_3 = +0,5/h$, в единицах $A = \frac{|q|a^2}{h^2}$.

Примеры решения задач. Задача 1. Определить компоненты тензора напряжений и прогиб на верхней поверхности в центре упругой круглой пластины, шириной $30 \cdot 10^{-6}$ м и радиусом $1 \cdot 10^{-3}$ м, на которую действует равномерно распределенное давление $1 \cdot 10^5$ Па. Плоскость пластины совпадает с кристаллографической плоскостью (100). Решение:

Таблица 2.3

Коэффициенты a_i для кристаллографических плоскостей

Плоскость	$\frac{a_1^{(1)}}{A}$	$\frac{a_2^{(1)}}{A}$	$\frac{a_3^{(1)}}{A}$	$\frac{a_4^{(1)}}{A}$	a_5 / A	a_6 / A
	$\frac{a_1^{(2)}}{A}$	$\frac{a_2^{(2)}}{A}$	$\frac{a_3^{(2)}}{A}$	$\frac{a_4^{(2)}}{A}$		
(100)	$\frac{-0,6597}{-0,4129}$	$\frac{-0,19841}{-0,01242}$	$\frac{-0,04130}{-0,6597}$	$\frac{-0,01242}{-0,019841}$	-1,58192	0,71364
(110)	$\frac{-0,632636}{-0,16591}$	$\frac{-0,22114}{-0,05800}$	$\frac{-0,16591}{-0,63264}$	$\frac{-0,0580}{-0,22114}$	-1,86673	0,97878
(111)	$\frac{-0,69248}{-0,19295}$	$\frac{-0,26529}{-0,07392}$	$\frac{-0,19295}{-0,53285}$	$\frac{-0,073920}{-0,58888}$	-2,34375	1,34845

1. Определим прогиб в центре пластины по формуле (2.1). В соответствии с плоскостью по табл. 2.1 значение коэффициента m : $m = 0,121 \times 10^{-11}$. Тогда

$$\omega_0 = -m \frac{|q| R^4}{h^3} = -0,121 \times 10^{-11} \frac{1 \times 10^5 (1 \times 10^{-3})^4}{(30 \times 10^{-6})^3} = -4,482 \times 10^{-6} \text{ м.}$$

2. Рассчитаем деформацию на поверхности в центре пластины (2.2)

$$\varepsilon_0 = -\frac{2|\omega_0|h}{R^2} = -\frac{2|-4,482 \times 10^{-6}| \times 30 \times 10^{-6}}{(1 \times 10^{-3})^2} = -2,689 \times 10^{-4}.$$

3. Рассчитаем коэффициент Пуассона и модуль Юнга. Значения упругих податливостей в соответствии с плоскостью определяем из табл. 2.1:

$$S_{11} = 0,768 \times 10^{-11}, \quad S_{12} = -0,214 \times 10^{-11}.$$

Тогда

$$\nu = -\frac{S_{12}}{S_{11}} = -\frac{(-0,214 \times 10^{-11})}{0,768 \times 10^{-11}} = 0,279,$$

$$E = \frac{1}{S_{11}} = \frac{1}{0,768 \times 10^{-11}} = 1,302 \times 10^{11} \text{ Па.}$$

4. Подставив найденные выше значения в формулу (2.3), определим компоненты тензора напряжений в заданной точке (для центра пластины ($x_1 = 0, x_2 = 0$), эти компоненты будут равны между собой).

$$T_{11} = T_{22} = \frac{E\varepsilon_0}{1-\nu^2} = \frac{1,302 \cdot 10^{11} \times (-2,689 \times 10^{-4})}{1-0,279^2} = -4,853 \times 10^7.$$

Задача 2. Определить компоненты тензора напряжений и прогиб вдоль верхней поверхности квадратной упругой пластины с длиной стороны 2 мм и толщиной 30 мкм, на которую действует равномерно распределенное давление 1×10^5 Па. Плоскость пластины совпадает с кристаллографической плоскостью (100).

Решение.

1. Определим прогиб пластины по формуле (2.5). Для этого вначале необходимо рассчитать коэффициенты α и β по (2.7) (значения D_{ij} рассчитаем по

формуле (2.4) при помощи данных из табл. 2.1):

$$\alpha = 1, \beta = 0,662.$$

Рассчитаем $f(\alpha, \beta)$ и $\varphi(\alpha, \beta)$ по формуле (2.7):

$$f(\alpha, \beta) = 0,457,$$

$$\varphi(\alpha, \beta) = 0,795.$$

Полученные значения подставим в (2.6) для нахождения C_{ii} :

$$C_1 = -4,495 \times 10^{17}, C_2 = 5,633 \times 10^{27}.$$

Теперь у нас есть все необходимые значения для вычисления прогиба (при вычислениях x_1 и x_2 принимаем равными нулю, т. е. прогиб будет вычисляться в центре верхней поверхности пластины):

$$w = -9,2 \times 10^{-5}, \text{ м.}$$

2. По формулам (2.8) рассчитаем механические напряжения вдоль оси x_1 ($a_{11} - a_6$ возьмём из табл. 2.3):

$$T_{11} = 0,49, T_{22} = 1,037.$$

Задачи для самостоятельной работы. Задача 1. Определить компоненты тензора напряжений и прогиб на краю верхней поверхности упругой круглой пластины, шириной h , м и радиусом R , м, на которую действует равномерно распределенное давление q , Па. А также построить и проанализировать зависимости изменения компонентов тензоров напряжения и прогиба от координат. Для нечетных вариантов плоскость пластины совпадает с кристаллографической плоскостью (111), для четных вариантов – с плоскостью (100). Построить зависимость прогиба в центре упругой круглой пластины w_0 от равномерно приложенного напряжения q . Расчеты и построения рекомендуется выполнять с использованием Mathcad.

Таблица 2.4

Варианты заданий для самостоятельной работы

	Вариант					
	1	2	3	4	5	6
h , м	21×10^6	24×10^{-6}	28×10^{-6}	15×10^{-6}	10×10^{-6}	37×10^{-6}
R , м	2×10^3	$1,5 \times 10^{-3}$	$0,5 \times 10^{-3}$	$0,75 \times 10^{-3}$	2×10^{-3}	3×10^{-3}
q , Па	2×10^5	$1,5 \times 10^5$	3×10^5	2×10^5	$1,5 \times 10^5$	3×10^5

Задача 2. Определить компоненты тензора напряжений и прогиб вдоль верхней поверхности квадратной упругой пластины длиной a и толщиной h , на которую действует равномерно распределенное давление q . А также построить и проанализировать зависимости изменения компонентов тензорного напряжения и прогиба от координат. Плоскость пластины совпадает с кристаллографической плоскостью (100). Построить зависимость прогиба в центре упругой круглой пластины w_0 от равномерно приложенного напряжения q . Расчет и построения рекомендуется выполнять в Mathcad.

Варианты заданий для самостоятельной работы

	Вариант					
	1	2	3	4	5	6
a , мм	5	7	6	4	7	2
h , мкм	30	45	40	20	50	14
q , Па	2×10^5	4×10^5	6×10^5	3×10^5	5×10^5	1×10^5

Содержание отчёта. 1. Цель работы. 2. Результаты выполнения расчётов и построения зависимостей. 3. Выводы.

Контрольные вопросы. 1. Как изменяются значения компонентов тензора напряжений при удалении от центра к краю пластины? 2. Как изменяется прогиб при удалении от центра к краю пластины?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3

Методика поиска научно-технической информации

Теоретические сведения. Для поиска информации в Интернете используются: поисковые машины, метапоисковые средства, индексированные каталоги, онлайн-энциклопедии и справочники. Например, поисковые средства следующих порталов: Google, Yandex, Rambler, Aport, AltaVista, Yahoo. Метапоисковая система обеспечивает поиск по нескольким поисковым системам сразу (до нескольких десятков).

Поисковый запрос в общем случае может состоять из одного или нескольких слов, логических операторов и знаков препинания. Простые запросы не требуют знания языка поисковых запросов. Рассмотрим операторы языка запросов. Оператор AND (логическое И; сокращенное обозначение «&») образует сложный запрос, по которому будут найдены только те документы, которые одновременно содержат оба аргумента оператора. Оператор AND используется по умолчанию, так что запрос: «информационная технология» даст тот же результат, что и запрос: «информационная AND технология». Оператор OR (ИЛИ; сокращенное обозначение «|») образует запрос, по которому будут найдены все документы, удовлетворяющие хотя бы одному из аргументов оператора. Оператор NOT (И-НЕ, сокращенное обозначение «&!») образует запрос, по которому будут найдены документы, удовлетворяющие левой части запроса и не удовлетворяющие правой. Если сложный запрос включает несколько операторов, то он будет выполнен согласно традиционным приоритетам этих операторов. Изменить порядок выполнения можно, используя скобки.

Для поиска цитат или слов в заданной форме можно использовать двойные кавычки. Слова той части запроса, которая заключена в двойные кавычки, ищутся в документах именно так, как они в этих кавычках представлены. Скобки могут использоваться для построения вложенных запросов, изменения области действия операторов, а также для изменения принятых по умолчанию

приоритетов логических операторов. При использовании скобок часть запроса, которая заключена в скобки, интерпретируется как запрос, так что на нее распространяются правила языка запросов. Например, по запросу «данные AND информация OR сигнал» поисковая машина найдет документы, содержащие либо «данные» и «информация», либо «сигнал». А на запрос «данные AND (информация OR сигнал)» будет найдено «данные» и одно из слов «информация», или «сигнал». При простом запросе будут найдены документы, в которых встречаются все слова запроса, не превышающие ограничение расстояния по умолчанию (например, у Рамблера оно равно расстоянию в 40 слов). Так что на запрос «информация данные» документ будет выдан только в том случае, если слова «информация» и «данные» отстоят в этом документе не далее чем на 40 слов, включая и эти два слова. Значение ограничения расстояния можно изменять, например, у Рамблера конструкцией (п, запрос), где п – положительное число, запрос – корректный поисковый запрос. Например, по запросу «(2, информация данные)» будут выданы только те документы, в которых слова «информация» и «данные» стояли рядом хотя бы один раз.

Задания для самостоятельной работы. 1. Составить запрос, который осуществит поиск информации либо по экспертным системам (динамическим, но не статическим), либо по обучающим системам. 2. Составить запрос, который осуществит поиск информации по футбольным клубам английской премьер-лиги, которые становились чемпионами этой лиги, а также выигрывали кубок Англии, но не выигрывали лигу чемпионов. Клуб Челси не должен участвовать в поиске. 3. Составить запрос, который осуществит поиск информации о магазинах в городе Минске, занимающихся продажей компьютерной, но не бытовой техники, и есть возможность покупки в кредит. 4. Составить запрос, который осуществит поиск информации о продаваемых двухкомнатных или трёхкомнатных квартирах в Минском районе, но не в Минске.

Порядок выполнения работы. 1. Ознакомьтесь, используя гиперссылки, с возможностями поисковых машин порталов. 2. Составьте поисковой запрос на произвольную тему, содержащий все операторы запроса. 3. Получите у преподавателя индивидуальное задание. 4. Составьте в соответствии с полученным заданием варианты поискового запроса. 5. Осуществите в соответствии с составленными вариантами поискового запроса поиск необходимых документов. 6. Проанализируйте полученные результаты. 7. Оформите отчет и защитите работу.

Содержание отчета. 1. Цель работы. 2. Описание запроса, составленного на произвольную тему. 3. Краткая характеристика использованных операторов и конструкций языка запросов. 4. Описание результатов поиска документов по вариантам поискового запроса. 5. Анализ полученных результатов. 6. Выводы по работе.

Контрольные вопросы. 1. Как проинтерпретирует поисковая машина Яндекса запрос «информационная технология»? 2. Выдаст ли Апорт на поисковый запрос «информационная технология» документы, содержащие слова «информационные технологии», но не содержащие слова «информационная техно-

логия»? 3. Каким образом можно изменить область действия логических операторов в поисковом запросе? 4. Перечислите основные логические операторы языка запросов. 5. Чем отличаются метапоисковые системы от поисковых машин?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4

Технология анализа научно-технического текста и определения ключевых слов

Теоретические сведения. Произведение частоты появления слова в тексте (или вероятности появления слова по закону Зипфа) на его ранг есть величина приблизительно постоянная для любых текстов определенного языка, т. е. имеет место $C = f \times R \approx \text{const}$. Если левую и правую часть этого равенства разделить на общее количество слов в тексте, то равенство не нарушится, но его правая часть будет не что иное, как произведение вероятности встречи слова на его ранг.

Из программ-экстракторов, которых в настоящее время не так много, одними из лучших являются TextAnalyst и RCO Fact Extractor. Последовательность действий при выборе ключевых слов поискового запроса: 1. Удалить (или вычеркнуть) из выбранного текста все стоп-слова и вычислить частоту вхождения каждого из оставшихся слов. Заметим, что так работает поисковая машина. В учебных целях стоп-слова можно и не вычеркивать. 2. Выписать слова в порядке убывания их частоты вхождения f и присвоить словам ранги. В учебных целях рекомендуется построить график зависимости частоты слова f от его ранга R . 3. Выбрать, руководствуясь здравым смыслом, диапазон значений ранга слов. При этом следует помнить, что при слишком широком диапазоне значимые слова затеряются среди второстепенных слов, а при очень узком значимые слова могут просто потеряться. 4. Сформировать, используя выбранный диапазон ранга слов, список ключевых слов. Достаточно взять 10 – 20 слов. 5. Составить поисковый запрос, используя логический оператор «ИЛИ» и соблюдая порядок следования ключевых слов сформированного списка. Напомним, что по умолчанию поисковая машина использует логический оператор «И».

Порядок выполнения работы. 1. Получить у преподавателя индивидуальное задание. 2. Составьте поисковый запрос. 3. Осуществите поиск документов и проанализируйте полученные результаты. 4. Ознакомьтесь по встроенному учебнику с аналитической системой TextAnalyst и постройте поисковый запрос с использованием этой системы по тому же тексту-источнику. 5. Выполните то же, но по поисковому запросу, иначе сформированному. 6. Сравните полученные результаты. 7. Оформите отчет и защитите работу.

Содержание отчета. 1. Цель работы. 2. Краткая характеристика использованных методов построения поискового запроса. 3. Частоты вхождения и ранги слов текста-источника. График зависимости частоты слова f от его ранга R . 4. Описание результатов поиска документов. 5. Анализ полученных резуль-

татов. 6. Выводы по работе. 7. Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы. 1. Что такое «стоп-слова»? 2. Как определяется ранг слова? 3. Что такое программы-экстракторы? 4. Из каких соображений выбирается диапазон ранга слов? 5. Какова последовательность действий при выборе ключевых слов поискового запроса?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5

Методика понятийного представления научно-технической информации

Теоретические сведения. Разработка презентации начинается с формулировки цели презентации и предполагает реализацию следующих этапов: 1. Формирование материалов по теме презентации. 2. Разработка структуры презентации. 3. Создание презентации с использованием PowerPoint. 4. Тестирование презентации. Проверка работоспособности разработанной презентации и устранение замеченных ошибок и недостатков. 5. Демонстрация.

Дизайн слайдов презентации должен соответствовать ее духу. Графическое наполнение слайдов желательно выполнить в едином стиле (это один из признаков профессионального исполнения презентации). Соблюдайте правильное сочетание цветов, не используйте яркие цвета.

Порядок выполнения работы. 1. Ознакомьтесь с целью и теоретическими сведениями по работе. 2. Сформируйте, исходя из цели данной работы, исходный материал по теме презентации. 3. Разработайте структуру презентации. 4. Ознакомьтесь с возможностями PowerPoint и запустите PowerPoint. 5. Создайте, используя PowerPoint, презентацию. 6. Осуществите тестирование созданной презентации. 7. Защитите работу путем демонстрации созданной презентации.

Контрольные вопросы. 1. Охарактеризуйте основные этапы создания презентации. 2. Что такое слайд? 3. Какие объекты могут присутствовать в слайде? 4. Какие эффекты анимации доступны в PowerPoint? 5. Как осуществить настройку показа презентации?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6

Методика оформления инженерных разработок

Теоретические сведения. Для подачи и предварительной экспертизы заявки на выдачу патента на изобретение (устройство, способ, вещество) нужно придерживаться определенных правил, содержащих требования к составлению описания и формулы изобретения. Описание изобретения включает в себя: название изобретения; область техники, к которой относится изобретение; уровень техники; сущность изобретения; перечень фигур чертежей и иных материалов (если они прилагаются); сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения.

Название изобретения. Название изобретения характеризует его назначение, соответствует сущности изобретения. Название излагается в единственном

числе. Название изобретения не должно содержать отличительных признаков изобретения. Основой формирования названия группы являются названия отдельных изобретений.

Область техники, к которой относится изобретение. В этом разделе описания указывается область применения изобретения. Если таких областей несколько, то указываются преимущественные. При этом указывается конкретное назначение объекта изобретения, а не только отрасль промышленности.

Уровень техники. В данном разделе приводятся сведения об известных заявителю аналогах изобретения с выделением из них аналога, наиболее близкого изобретению по совокупности признаков. Аналог изобретения – это средство того же назначения, известное из сведений, ставших общедоступными до даты приоритета изобретения, и характеризующееся совокупностью признаков, сходных с совокупностью существенных признаков изобретения.

Сущность изобретения. В этом разделе приводятся все существенные признаки, характеризующие изобретение, выделяются признаки, отличительные от наиболее близкого аналога, при этом указывается совокупность признаков, обеспечивающая получение технического результата во всех случаях, на которые распространяется испрашиваемый объем правовой охраны, и признаки, характеризующие изобретение лишь в частных случаях, в конкретных формах выполнения и при особых условиях его использования.

Перечень фигур чертежей и иных материалов. В этом разделе описания кроме перечня фигур приводится краткое указание на то, что изображено на каждой из них.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения. В данном разделе приводятся сведения, подтверждающие возможность получения при осуществлении изобретения технического результата, который указан в разделе «Сущность изобретения» при характеристике решаемой задачи.

Формула изобретения. Формула – это логическое определение изобретения совокупностью всех его существенных признаков, служащее для определения объема правовой охраны, предоставляемой патентом. Формула изобретения начинается с названия изобретения, являющегося его существенным признаком. Имя автора или специальное название в формулу не включаются. Формула изобретения полностью основывается на описании, т. е. характеризует изобретение понятиями, содержащимися в описании. Это требование признается соблюденным, если все признаки, содержащиеся в формуле изобретения, хотя бы упомянуты в описании. Иными словами, признак изобретения не может впервые появиться в формуле изобретения. Формула изобретения печатается на отдельном листе.

Виды формул изобретения. Формула может быть однозвенной и многозвенной и включать соответственно один или несколько пунктов. Формула изобретения может содержать сведения об одном или нескольких объектах изобретения (устройство, способ, вещество и т. д.). Использование формул изобретения, содержащих сведения о нескольких объектах, способствует более полной защите одним патентом групп изобретений. Формула изобретения может также

содержать описание вариантов реализации (выполнения) одного и того же объекта изобретения, воплощающих единую изобретательскую концепцию (замысел).

Недопустимые элементы. В тексте описания и других документах заявки не должны содержаться выражения, чертежи, рисунки, фотографии и иные материалы, противоречащие общественному порядку и морали, а также пренебрежительные высказывания по отношению к изобретениям и иным результатам творческой деятельности других лиц.

Порядок выполнения работы. 1. Ознакомьтесь с теоретическим материалом. 2. Создайте инженерное изобретение либо усовершенствование существующего изобретения. 3. Составьте описание и формулу изобретения. 4. Оформите отчет и защитите работу.

Содержание отчета. 1. Цель работы. 2. Краткие теоретические сведения. 3. Описание и формула изобретения. 4. Выводы по работе. 5. Используемая литература.

Контрольные вопросы. 1. Понятие изобретения. 2. Виды изобретений. 3. Структура описания изобретения. 4. Виды формул изобретения. 5. Графические материалы, используемые при оформлении изобретения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Валенко, В. С. Электроника и микросхемотехника : учеб. пособие / В. С. Валенко – Минск : Бестпринт, 2003.
2. Абалмазов, Э. И. Методы и инженерно-технические средства противодействия информационным угрозам / Э. И. Абалмазов. – М. : Изд-во «Компания «Гротек», 1997. – 246 с.
3. Брюхомицкий, Ю. А. Учебно-методическое пособие к циклу лабораторных работ «Исследование биометрических систем динамической аутентификации пользователей ПК по рукописному и клавиатурному почеркам» по курсу: «Защита информационных процессов в компьютерных системах» / Ю. А. Брюхомицкий, М. Н. Казарин. – Таганрог : Изд-во ТРТУ, 2004. – 38 с.
4. Видеотехника [Электронный ресурс]: справочник по телевизионным системам наблюдения для проектировщиков, консультантов и пользователей. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://secpro.narod.ru/>.
5. Уточкин, С. Основы работы с VideoCAD [Электронный ресурс] / С. Уточкин. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://cctvcad.com/>.

Учебное издание

Яшин Константин Дмитриевич
Осипович Виталий Семенович
Логин Владимир Михайлович
Щербина Наталья Витальевна

ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

Лабораторный практикум и методическое пособие к практическим занятиям
для студентов специальности
1-58 01 01 «Инженерно-психологическое обеспечение
информационных технологий»
всех форм обучения

Редактор Е. Н. Батурчик
Корректор А. В. Тюхай

Подписано в печать 23.06.2011.	Формат 60x84 1/16.	Бумага офсетная.
Гарнитура «Таймс».	Отпечатано на ризографе.	Усл. печ. л. 2,21.
Уч.-изд. л. 2,0.	Тираж 70 экз.	Заказ 525.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
ЛИ №02330/0494371 от 16.03.2009. ЛП №02330/0494175 от 03.04.2009.
220013, Минск, П. Бровки, 6