

Министерство образования Республики Беларусь

**Учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и
радиоэлектроники»**

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе

В. Р. Стемпицкий
«» 2023 г.

ПРОГРАММА

**вступительного экзамена в аспирантуру по специальности
05.11.15 «Метрология и метрологическое обеспечение»**

Минск 2023

СОСТАВИТЕЛИ:

Гурский Александр Леонидович, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры инфокоммуникационных технологий УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;

Гусинский Александр Владимирович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры инфокоммуникационных технологий УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;

Белошицкий Анатолий Павлович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры инфокоммуникационных технологий УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;

Певнева Наталья Алексеевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры инфокоммуникационных технологий УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

кафедрой ИКТ учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 16 от «03» мая 2023 г.)

Зав. кафедрой ИКТ



В.Ю. Цветков

Раздел 1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ, ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ МЕТРОЛОГИЯ

Тема 1.1 ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ. ЕДИНИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Физическая величина, ее качественные и количественные характеристики. Шкалы измерений. Единица физической величины.

Принципы образования системы единиц физических величин. Международная система единиц СИ.

Тема 1.2 ИЗМЕРЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ

Понятие измерения. Основные операции измерения. Элементы процесса измерений: задача измерения, объект измерения, субъект измерения, математическая модель измерения, измеряемая величина, измерительный сигнал, принцип измерений, методы измерений (непосредственной оценки и сравнения), средство измерений, условия измерения, результат измерения, алгоритм обработки измерительной информации.

Основные этапы измерений. Классификация измерений.

Тема 1.3 ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

Истинное и действительное значение физической величины. Погрешности результата и средства измерения. Классификация погрешностей измерений.

Принципы оценивания погрешностей. Математические модели и характеристики погрешностей.

Точность, достоверность, правильность и сходимость измерений. Случайные и грубые погрешности.

Грубые погрешности и методы их исключения.

Систематические погрешности. Способы обнаружения и оценки систематических погрешностей. Способы уменьшения систематических погрешностей.

Тема 1.4 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Обработка исправленных результатов прямых равноассеянных наблюдений. Обработка результатов косвенных измерений. Критерий грубых и ничтожных погрешностей.

Суммирование неисключенных систематических погрешностей. Суммирование случайных погрешностей. Суммирование неисключенной систематической и случайной погрешности. Оценка погрешностей измерений с однократными наблюдениями.

Тема 1.5 ФОРМЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ. ВЫРАЖЕНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

Показатели точности и формы представления результатов измерений. Основные количественные выражения неопределенности измерений – стандартная неопределенность, суммарная стандартная неопределенность, расширенная неопределенность.

Тема 1.6 СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Понятие о средстве измерений. Статические характеристики и параметры средств измерений. Динамические характеристики и параметры средств измерений.

Классификация средств измерений. Структурные схемы приборов прямого преобразования и уравнивающего преобразования.

Метрологические характеристики средств измерений и их нормирование.

Принципы выбора и нормирования метрологических характеристик средств измерений. Комплексы нормируемых метрологических характеристик средств измерений и критерии их рациональности.

Классы точности средств измерений.

Тема 1.7 ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Закон РБ об обеспечении единства измерений, его содержание и основные положения. Классификация и основное содержание нормативных документов, устанавливающих требования к единицам физических величин, их воспроизведению и передаче.

Закон РБ о техническом нормировании и стандартизации. Принципы осуществления государственного надзора за выполнением стандартов. Ответственность за нарушение правил по стандартизации.

Стадии разработки стандарта. Требования к построению, изложению, оформлению и содержанию стандарта, ТУ, их общие и отличительные признаки.

Тема 1.8 ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Система обеспечения единства измерений (СОЕИ) Республики Беларусь. Цели и задачи СОЕИ, функциональная и организационная структуры, их основное содержание.

Государственная метрологическая служба (ГМС), ее структура, состав, функции и полномочия.

Раздел 2 МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Тема 2.1 ЭТАЛОННАЯ БАЗА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Деятельность Госстандарта и его органов по созданию, хранению, исследованию и применению эталонов. Виды эталонов: первичный, межгосударственный, национальный и исходный (вторичный). Порядок разработки и утверждения эталонов. Нормативная документация, регламентирующая правовой режим эталонов, процедура утверждения, правила хранения и применения.

Поверочные схемы. Назначение, виды поверочных схем (локальные, отраслевые и государственные).

Стандартные образцы (СО) состава и свойств веществ (материалов). Назначение и классификация: СО состава и СО свойства вещества (материала). Государственная служба стандартных образцов состава и свойств веществ / материалов (ГССО). Порядок разработки, утверждения, учета и применения СО.

Тема 2.2 ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕДУРЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ

Государственные испытания средств измерений СИ.

Организация и порядок проведения госиспытаний. Программа испытаний, порядок ее разработки и согласования.

Поверка средств измерений. Виды поверки. Нормативные документы, определяющие процедуры поверки средств измерений. Методики поверки средств измерений (МП). Нормативные документы, определяющие содержание и структуру построения МП.

Принципы построения методики поверки. Основные разделы МП и их содержание.

Калибровка СИ. Порядок проведения калибровки. Разработка методики калибровки.

Цели и задачи метрологической экспертизы (МЭ). Объекты МЭ и порядок ее проведения.

Тема 2.3 ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ НАДЗОР И МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ

Цели и задачи Государственного метрологического контроля (ГМН). Объекты ГМН.

Функции Госстандарта в части обеспечения ГМН. Основные виды работ по ГМН. Перечень контролируемых видов метрологической деятельности. Классификация процедур ГМН. Содержание работ в рамках каждой классифицируемой процедуры (группы).

Государственный и ведомственный метрологический контроль предприятия. Формы проведения по времени и содержанию. Особенности проверки со-

стояния метрологического обеспечения (МО) на предприятии для разных этапов производственного процесса.

Тема 2.4 БАЗЫ ДАННЫХ В МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТАХ

Основные понятия в области базы данных. Классификация баз данных. организация представления данных в файлах.

Основные этапы проектирования. Создание базы данных. Создание баз данных средств измерений на основе редактора баз данных Microsoft Access.

Управление базой данных. Представление информации пользователю базой данных.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1 Закон Республики Беларусь № 254-З от 11 ноября 2019 г. «Об изменении Закона Республики Беларусь «Об обеспечении единства измерений» [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа : <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=H11900254&p1=1>.

2 Закон Республики Беларусь № 436-З от 24 октября 2016 г. «О внесении изменений и дополнений в Закон Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации» [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа : <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=H11600436&p1=1>.

3 Закон Республики Беларусь № 437-З от 24 октября 2016 г. «Об оценке соответствия техническим требованиям и аккредитации органов по оценке соответствия» [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа : https://pravo.by/upload/docs/op/H11600437_1477688400.pdf.

4 Постановление Госстандарта № 40 от 21.04.2021 г. «Об осуществлении метрологической оценки в виде работ по государственной поверке СИ».

5 Постановление Госстандарта № 42 от 23.04.2021 г. «Об утверждении правил осуществления метрологической оценки в виде работ по калибровке СИ».

6 Постановление Госстандарта № 90 от 27.11.2020 г. «О знаках поверки и калибровки СИ».

7 Международная система единиц (SI). Краткое изложение: пер. с англ. / под общ. ред. В.Л. Гуревича, Н. А. Жагоры. – Минск : БелГИМ, 2019.

8 Кириллов, В. И. Метрологическое обеспечение технических систем : учеб. пособие / В. И. Кириллов. Минск : Новое знание; М. : Инфра-М, 2013.

9 Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: учеб. пособие; под общ. Ред. Б.Н.Тихонова. 2-е изд. стереотип. – М.: Горячая линия – Телеком, 2012.

10 Дерябина М. Ю. Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях : учебно-методическое пособие / М. Ю. Дерябина, С. В. Ляльков, О. И. Минченко. – Минск : БГУИР, 2017.

11 Аминев, А. В. Основы радиоэлектроники: измерения в телекоммуника-

ционных системах : учебное пособие для СПО / А. В. Аминев, А. В. Блохин ; под общ. ред. А. В. Блохина. – М. : Юрайт, 2021.

12 Данилин, А. А. Измерения в радиоэлектронике : учебное пособие / А. А. Данилин, И. С. Лавренко ; под ред. А. А. Данилина. – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2021.

13 Хамадулин, Э. Ф. Методы и средства измерений в телекоммуникационных системах : учебное пособие / Э. Ф. Хамадулин. – Москва : Юрайт, 2016.

14 Ляльков, С. В. Метрология : учебно-методическое пособие / С. В. Ляльков, Ю. А. Гусынина. – Минск : БГУИР, 2013.

15 Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах : учебник для вузов / В. И. Нефедов [и др.] ; под общ. ред. В. И. Нефедова и А. С. Сигова. – 3-е изд. перераб. и доп. – Москва : Высшая школа, 2005.

16 СТБ 1.1-2021 «Национальная система технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь. Термины и определения».

17 РМГ 29-2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения».

Дополнительная

1 Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: Учебное пособие / К.К.Ким, Г.Н.Анисимов, В.Ю.Барбарович, Б.Я.Литвинов. – СПб. : Питер, 2008.

2 ГОСТ 8.009-84 «Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений».

3 ГОСТ 8.010-2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений. Основные положения».

4 ГОСТ 8.207-76 «Государственная система обеспечения единства измерений. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения».

5 ГОСТ 8.401-80 «Государственная система обеспечения единства измерений. Классы точности средств измерений. Общие требования».

6 ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия».

7 Постановление Госстандарта № 70 от 16.11.2020 г. «Об утверждении Правил разработки, утверждения, модернизации и содержания национальных эталонов единиц величин».

8 ГОСТ 8.566-2011 «Межгосударственная система данных о физических константах и свойствах веществ и материалов. Основные положения».

9 ТКП 392-2016 «Поверка, калибровка средств измерений и иные способы обеспечения единства измерений. Правила проведения работ вне сферы законодательной метрологии».

10 ТКП 8.008-2023 «Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Калибровка средств измерений, предназначенных для применения при измерениях вне сферы законодательной метрологии. Правила проведения работ».

11 СТБ 8077-2017 «Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Методы оценивания неопределенности измерений при калибровках. Общие положения».

12 Правила по межгосударственной стандартизации ПМГ 06-2019 «Порядок признания результатов испытаний и утверждения типа, первичной поверки, метрологической аттестации средств измерений».

13 ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий».

14 Автоматизация метрологических работ: учеб.-метод. пособие / В.Т.Ревин. – Минск: БГУИР, 2011.