


УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ И ПЕРЕПОДГОТОВКИ КАДРОВ ПО
СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И УПРАВЛЕНИЮ КАЧЕСТВОМ»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор



И.А.Тавгень

« 05 » 02 2024 г.

ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

специальность переподготовки 1-54 01 71 «Метрология и метрологическое
обеспечение»
квалификация «Специалист по метрологии»
в соответствии с типовым учебным планом по специальности переподготов-
ки, утвержденным 11.08.2021 № 172,
зарегистрированным в РИВШ 20.08.2021 № 25-13/67

Минск, 2024

Составитель(и) программы:

Левданская Н.П., проректор по учебной работе-заведующий кафедрой СМУК

Цитович Б.В., профессор кафедры СМУК, кандидат технических наук,
доцент

Щетинин К.В., старший преподаватель кафедры СМУК

Программа составлена на основе учебных программ по дисциплинам «Теоретическая метрология», «Законодательная и прикладная метрология», утвержденных ректором БГИПК по стандартизации, метрологии и управлению качеством 30 августа 2023 года.

Рекомендована к утверждению:

Кафедрой стандартизации, метрологии и управления качеством

Протокол заседания от «01» 02 2024 г. № 3

Советом института

Протокол заседания от «05» 02 2024 г. № 1

ВВЕДЕНИЕ

Программа государственного экзамена составлена в соответствии с учебным планом специальности 1-54 01 71 «Метрология и метрологическое обеспечение» и утвержденных в установленном порядке учебных программ по дисциплинам: «Теоретическая метрология», «Законодательная и прикладная метрология».

Цель государственного экзамена – проверка уровня и качества теоретической и практической готовности слушателей к выполнению социальных и профессиональных задач в соответствии с образовательной программой переподготовки руководящих работников и специалистов, имеющих высшее образование, в рамках специальности 1-54 01 71 «Метрология и метрологическое обеспечение».

Программа охватывает основные направления установления и применения научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности проводимых измерений.

Уровень компетентности слушателя на государственном экзамене оценивается по следующим блокам компетенций.

1. Слушатель, освоивший содержание образовательной программы, должен обладать следующими социально-личностными компетенциями:

- знать идеологические, моральные, нравственные ценности общества и государства и следовать им;
- ориентироваться в процессах, происходящих в политической, социально-экономической и иных сферах белорусского общества;
- знать систему законодательства Республики Беларусь;
- знать и уметь применять в профессиональной деятельности основные положения административного, гражданского, трудового, финансового, патентного, уголовного права;
- знать порядок разрешения споров, в том числе по вопросам метрологии, в административном и судебном порядке;
- знать основные цели и задачи производственной деятельности предприятия.

2. Слушатель, освоивший образовательную программу, должен обладать следующими академическими компетенциями:

- знать важнейшие производственные технологии и их основные составляющие;
- знать виды оценочных шкал и возможности их применения;
- знать квалиметрические схемы свойств, определяющих качество объекта (изделия, процесса);
- уметь разрабатывать квалиметрические схемы объектов (изделий, процессов);
- уметь применять методы обработки результатов квалиметрических оценок свойств объектов (изделий, процессов);

– владеть методами экспертных оценок, уметь обрабатывать и анализировать результаты экспертизы;

– уметь применять основные методы квалиметрии при оценке качества продукции;

– уметь применять знания в области нормирования точности для обеспечения взаимозаменяемости в производстве и эксплуатации изделий;

– уметь назначать требования к сложным поверхностям и контролировать их соблюдение;

– уметь рассчитывать размерные цепи методом максимума-минимума и вероятностным методом;

– знать основополагающие документы Государственной системы обеспечения единства измерений Республики Беларусь;

– знать объекты технического нормирования и стандартизации, основные цели и принципы Национальной системы технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь;

– знать основополагающие документы Национальной системы технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь;

– уметь применять основные принципы стандартизации для решения теоретических и практических задач;

– знать элементы теории вероятностей и математической статистики;

– уметь применять статистические методы регулирования технологического процесса.

Слушатель, освоивший образовательную программу, должен обладать следующими профессиональными компетенциями:

– знать Международную систему единиц (СИ);

– знать единицы величин, допущенные к применению в Республике Беларусь;

– знать категории средств измерений;

– знать виды и методы измерений;

– уметь представлять результаты измерений в форме, соответствующей требованиям обеспечения единства измерений;

– знать и уметь применять нормативные правовые акты и ТНПА в области обеспечения единства измерений;

– уметь организовывать разработку проектов стандартов в области обеспечения единства измерений;

– знать структуру СОЕИ, ее связь с другими системами стандартов;

– знать назначение и структуру государственной метрологической службы и метрологических служб субъектов хозяйствования, а также выполняемые ими виды работ;

– уметь разрабатывать методики (методы) измерений, методики поверки, калибровки средств измерений;

– знать методы оценивания неопределенности в измерениях и уметь оценивать неопределенность;

- уметь получать количественные оценки неопределенности;
- знать особенности оценивания неопределенности при испытаниях;
- знать типовые задачи измерений в производстве и научных исследованиях и пути их решения;
- знать типовые схемы и конструкции средств измерений, применяемых при измерениях физических величин в разных областях (области линейных и угловых измерений, теплотехнических измерений, механических, электрических и других измерений);
- знать виды, методы и средства контроля и испытаний продукции;
- знать взаимосвязь испытаний и измерений, уметь осуществлять метрологическое обеспечение испытаний;
- уметь проводить аттестацию испытательного оборудования;
- знать порядок организации и проведения метрологической оценки;
- уметь проводить работы по метрологической оценке;
- знать нормативные документы Национальной системы аккредитации Республики Беларусь, относящиеся к обеспечению единства измерений;
- знать и уметь применять преобразователи и иные средства измерений, виды вырабатываемых и преобразуемых сигналов измерительной информации;
- знать методы и средства получения, преобразования, обработки и представления информации в каналах измерительных устройств;
- знать виды первичных и промежуточных измерительных преобразователей и особенности их применения.

Примерный перечень вопросов к государственному экзамену составлен исходя из содержания тем по дисциплинам: «Теоретическая метрология», «Законодательная и прикладная метрология». Учебная литература из рекомендуемого списка для подготовки к государственному экзамену содержит ответы на все вопросы, предусмотренные программой. Источники из дополнительного списка позволяют получить углубленные знания по требуемому перечню вопросов.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

По дисциплине «Теоретическая метрология»

Тема 1. Роль и место метрологии в обеспечении производства и исследований – 4 ч.

Предмет и задачи метрологии. Роль и место метрологии в производстве и научных исследованиях. Взаимосвязь метрологии, квалиметрии, стандартизации и сертификации. Роль метрологии в обеспечении качества, измерительный контроль. Узкое и расширенное истолкование понятия «измерение». Измерения в технике и научных исследованиях. Необходимость обеспечения единства измерений.

Тема 2. Теоретическая база измерений – 6 ч.

Необходимость шкал для оценивания свойств объектов. Предпосылки измерения: создание шкалы на основе образования единицы или по реперным точкам, включая шкалы без фиксированной единицы. Измерение как сопоставление измеряемого свойства объекта со шкалой, определяющей уровень его интенсивности. Измерение свойства как определение соответствия его интенсивности числу. Получение и преобразование сигнала измерительной информации (измерительное преобразование). Измерения величин.

Тема 3. Шкалы и методы построения шкал величин – 4 ч.

Виды шкал. Шкалы наименований, порядка, интервалов и отношений. «Абсолютная» шкала. Реперные точки шкалы. Закономерности построения шкал. Базовые закономерности построения шкал, шкалы с фиксированными единицами. Построение шкалы по минимуму реперных точек. Монотонные шкалы с произвольными интервалами, выбор реперных точек. Интерполирование интервалов между реперными точками.

Тема 4. Теоретические основы создания систем единиц величин – 8 ч.

Единицы величин. Создание систем единиц величин. Физическая величина. Система физических величин как основа создания систем единиц величин. Структура системы физических величин, элементы и связи системы. Размерность физических величин, формула размерности производной физической величины. Единицы величин, допущенные к применению в Республике Беларусь. Установление единицы и ее воспроизведение. Основные и производные единицы, кратные и дольные единицы. Внесистемные единицы, относительные и логарифмические единицы. Международная система единиц (SI), ее достоинства и недостатки. Эталоны единиц и шкал, воспроизведение единиц и шкал с помощью эталонов.

Тема 5. Применение шкал в метрологии – 8 ч.

Шкалы наименований в метрологии. Основные термины и определения, стандартизация терминов и определений. Шкалы порядка, применяемые в метрологии для описания метрологических характеристик (классы и разряды средств измерений, значимые и пренебрежимо малые погрешности...) и для измерений физических величин (шкалы твердости и др.). Применение в метрологии шкал интервалов и отношений. Воспроизведение шкал в средствах измерений (СИ) и методиках измерений.

Тема 6. Виды и методы измерений физических величин – 10 ч.

Измерения, виды и методы измерений. Основное уравнение измерений при наличии единицы. Принципы измерений как физические принципы измерительного преобразования (преобразования измерительной информации). Виды измерений. Прямые, косвенные, совокупные и совместные измерения. Статические и динамические измерения. Многократные, равноточные и неравноточные измерения. Методы измерений. Метод непосредственной оценки, метод сравнения с мерой, его разновидности. Точность, правильность, сходимость и воспроизводимость измерений. «Правильность и прецизионность» измерений.

Тема 7. Погрешности измерений – 8 ч.

Теория погрешностей измерений. Постулат о неизбежности погрешности измерений, причины образования погрешностей. Погрешности измерений и ошибки при измерениях. Источники погрешностей, механизмы образования погрешностей. Принцип суперпозиции погрешностей. Методы получения оценок погрешностей. Возможности получения оценки погрешности, неустранимые неопределенности. Систематические и случайные погрешности. «Грубые» погрешности (ошибки и «промахи» при измерениях), методы ликвидации ошибочных результатов. Виды систематических погрешностей. Значимые и пренебрежимо малые погрешности, проблемы оценивания.

Тема 8. Методы выявления и оценивания погрешностей – 8 ч.

Аналитические и экспериментальные методы выявления и оценивания погрешностей. Исследование массивов результатов измерений с многократными наблюдениями (аналитический и графоаналитический методы анализа серий). Анализ точечных диаграмм. Построение точечной диаграммы. Допущения, положенные в основу анализа. Оценки систематических и случайных составляющих погрешностей. Частичное исключение погрешностей с использованием аппроксимирующих тенденций. Неисключенные остатки погрешностей.

Тема 9. Выявление и исключение систематических погрешностей – 6 ч.

Применение общих методов выявления и оценивания погрешностей для исследования систематических погрешностей. Исключение систематических погрешностей: профилактика погрешностей, исправление результата измерения (внесение поправки). Специальные методы выявления и исключения систематических погрешностей. Методы симметричных наблюдений, образцовых сигналов, тестовый метод, метод обратного преобразования. Компенсация по знаку, наблюдение четное число раз через полупериоды. Использование аппарата математической статистики для выявления систематических погрешностей измерений. Неисключенные остатки систематических погрешностей. Рандомизация систематических погрешностей.

Тема 10. Методы оценивания случайных погрешностей – 4 ч.

Механизмы возникновения случайных погрешностей. «Законы распределения случайных величин» (виды распределений), используемые для описания погрешностей измерений. Описание случайных погрешностей с помощью функций распределения и моментов случайных величин. Статистическое оценивание параметров эмпирического распределения результатов измерений. Построение гистограмм и полигонов распределения, оценка вида распределения, проверка согласия эмпирического распределения с теоретическим. Графическая интерпретация результатов измерений.

Тема 11. Математическая обработка результатов измерений. Формы представления результатов измерений – 8 ч.

Обработка результатов измерений. Статистическая обработка результатов прямых измерений. Подготовка результатов измерений с многократными наблюдениями к статистической обработке («исправление результатов»).

Обработка исправленных результатов прямых равнорассеянных наблюдений. Статистическое отбраковывание результатов с грубыми погрешностями. Обработка результатов косвенных измерений. Статистическая обработка результатов прямых наблюдений при косвенных измерениях. Обработка результатов измерений одной физической величины с использованием нескольких методик выполнения измерений (включая неравноточные результаты). Критерии пренебрежимой малости составляющих погрешностей.

Тема 12. Неопределенность в измерениях – 8 ч.

Неопределенность как фундаментальное свойство измерений, концепция неопределенности. Причины и механизмы образования неопределенности в измерениях. Качественные и количественные оценки неопределенности в измерениях. Стандартная неопределенность, расширенная неопределенность, суммарная стандартная неопределенность. Методы оценивания неопределенности, оценивание неопределенности по типам А и В. Взаимосвязь оценивания неопределенности и традиционной метрологии. Соотношения неопределенности и погрешностей измерений.

Тема 13. Планирование измерений – 8 ч.

Обеспечение единства измерений как главная задача метрологии. Цель измерения. Основные требования к измерениям. Качество измерений, иерархическая структура свойств, определяющих качество измерений. Проблемы нормирования и обеспечения правильности и прецизионности измерений, сходимость и воспроизводимость результатов измерений, их оценки. Типовые задачи измерений, выбор и назначение допустимой погрешности при решении корректно поставленных задач. Возможные методы выбора и назначения допустимых погрешностей при решении некорректно поставленных задач. Методика выполнения измерений как описание измерительной процедуры. Состав методики выполнения измерений, разработка и оформление методики выполнения измерений. Оценка погрешностей измерений при разработке методики выполнения измерений. Метрологическая аттестация методик выполнения измерений как экспериментальное исследование.

Тема 14. Средства измерений. Метрологические характеристики средств измерений – 10 ч.

Средства измерений (СИ), классификация средств измерений. Виды СИ. Средства измерений преобразующие и не преобразующие сигнал измерительной информации. Меры, особенности воспроизведения физической величины мерами. Измерительные преобразователи, измерительные приборы. Измерительные каналы, измерительные установки и системы. Метрологические характеристики средств измерений. Нормируемые метрологические характеристики СИ. Номинальные значения, воспроизводимые мерами. Цена деления, пределы и диапазон преобразования, пределы и диапазон показаний (диапазон шкалы), пределы и диапазон измерений, выходной код, число разрядов кода, номинальная цена единицы наименьшего разряда кода, номинальная ступень квантования. Характеристики погрешности средств измерений. Нормирование погрешностей СИ. Динамические характеристики СИ и их нормирование. Методы определения метрологических характеристик СИ.

Тема 15. Воспроизведение и передача единиц величин. Процессы исследования метрологических характеристик средств измерений – 12 ч.

Эталоны единиц величин, требования к эталонам. Классификация эталонов. Эталоны основных единиц SI. Исходные эталоны, рабочие эталоны (образцовые СИ). Разряды рабочих эталонов. Рабочие средства измерений. Передача единицы от эталона рабочим СИ. «Метрологическая прослеживаемость» единицы и/или шкалы к эталону. Методы исследований точности СИ, разработка методик и проведение исследований, определение значений погрешностей исследований (поверки, калибровки, метрологической аттестации). Градуировка СИ, градуировочная/калибровочная характеристики СИ. Поверка средств измерений, виды и методы поверки. Структура поверочных схем. Калибровка СИ, калибровочная иерархия, калибровочная кривая, калибровочная характеристика. Метрологическая экспертиза СИ, особенности проведения исследований. Испытания типа СИ.

По дисциплине «Законодательная и прикладная метрология»

Тема 1. Предмет, задачи и содержание курса законодательной и прикладной метрологии – 4 ч.

Основные виды метрологической деятельности. Роль законодательной и прикладной метрологии в ускорении научно-технического прогресса и повышении качества продукции. Структура курса, его роль и место в метрологической специализации инженера, связь с другими дисциплинами. Организация изучения предмета.

Тема 2. Метрологические службы. Государственная метрологическая служба (ГМС), ее структура, состав, функции и полномочия – 4 ч.

Метрологические службы, как организационная основа метрологического обеспечения. Надведомственный, межотраслевой характер ГМС. Госстандарт Республики Беларусь, его структура и место в системе органов управления народным хозяйством. Задачи и направления деятельности Госстандарта. Нормативные правовые акты, технические нормативные правовые акты утверждаемые Госстандартом. Территориальные государственные метрологические службы. Метрологическая служба предприятия (МСП). Задачи, структура, направления и виды деятельности, метрологической службы на предприятиях и в организациях, обязанности и права сотрудников. Правовое положение органов МСП. Взаимодействие ГМС и МСП.

Тема 3. Система обеспечения единства измерений – 6 ч.

Основные задачи системы обеспечения единства измерений (СОЕИ) в области метрологического обеспечения. СОЕИ как нормативная основа метрологического обеспечения. Состав и структура СОЕИ, организационные и правовые аспекты обеспечения единства измерений.

Тема 4. Организационные и правовые вопросы метрологической деятельности – 8 ч.

Государственное регулирование в сфере законодательной метрологии. Обеспечение единства измерений, как необходимое условие получения достоверной информации. Закон Республики Беларусь «Об обеспечении единства

измерений». Основные принципы обеспечения единства измерений. Представление о государственном метрологическом надзоре.

Тема 5. Государственный метрологический надзор – 8 ч.

Главные задачи Государственного метрологического надзора. Законодательная база госнадзора, его правовое положение. Основные объекты Государственного метрологического надзора (единицы измерений, средства измерений и их применение, применение методик выполнения измерений, др.).

Тема 6. Метрологическая оценка – 8 ч.

Задачи метрологической оценки. Структура и порядок осуществления метрологической оценки. Законодательная база метрологической оценки. Нормативные документы, регламентирующие проведение метрологической оценки. Содержание основных видов работ метрологической оценки: утверждение типа средств измерений, поверка, государственная поверка средств измерений, калибровка средств измерений, метрологическая экспертиза, аттестация методик (методов) измерений, сличение результатов измерений. Метрологическая экспертиза средств измерений и методик (методов) измерений. Метрологическая экспертиза изделий и процессов.

Тема 7. Научно-технические основы метрологического обеспечения – 6 ч.

Системы физических величин. Системы единиц величин. Международная система единиц (SI). Документы, регламентирующие применение узаконенных единиц измерения. Погрешности измерений физической величины и погрешности средств измерений (СИ). Классификация погрешностей измерений. Концепция неопределенности измерений. Эталоны и рабочие средства измерений. Метрологические характеристики средств измерений, нормируемые метрологические характеристики средств измерений.

Тема 8. Государственные испытания и утверждение типа средств измерений – 6 ч.

Цели проведения государственных испытаний средств измерений. Порядок проведения испытаний, оформление результатов. Утверждение типа средства измерений или утверждение типа стандартного образца, которые осуществляются на основании положительных результатов испытаний. Утверждение типа средства измерений, утверждение типа стандартного образца по результатам их теоретических и экспериментальных исследований. Государственный реестр средств измерений.

Тема 9. Эталоны единиц величин – 8 ч.

Назначение эталонов единиц величин, требования к эталонам, точность эталонов. Классификация эталонов. Международные эталоны. Первичные эталоны (национальные и исходные), вторичные эталоны. Метрологическая прослеживаемость. Структура поверочных схем. Структура калибровочной иерархии. Роль поверочных и калибровочных схем в обеспечении метрологической прослеживаемости результатов измерений.

Тема 10. Национальная эталонная база Республики Беларусь – 4 ч.

Необходимость наличия национальных эталонов. Государственные (национальные и исходные) эталоны Республики Беларусь. Разработка и мо-

дернизация национальных эталонов единиц величин в соответствии с государственными научно-техническими программами. Деятельность Госстандарта и его органов по созданию, хранению, исследованию и применению эталонов. Рабочие эталоны и рабочие средства измерений, и их правовой статус.

Тема 11. Разработка и оформление методик (методов) измерений – 10 ч.

Методика измерений (методика выполнения измерений, МВИ), как объект стандартизации. Методика выполнения измерений и методы измерений. Нормативная документация, регламентирующая требования к методике выполнения измерений. Структура методики выполнения измерений. Измерительные задачи и разработка методик выполнения измерений в соответствии с поставленными задачами. Особенности выбора средств измерений. Оформление методики выполнения измерений.

Тема 12. Аттестация методик (методов) измерений – 10 ч.

Аттестация (метрологическая аттестация) методики выполнения измерений. Цель метрологической аттестации методики выполнения измерений. Разработка методик метрологической аттестации МВИ и проведение аттестации. Методы метрологической аттестации МВИ: измерение известной величины; разработка и применение референтных МВИ. Оформление результатов метрологической аттестации МВИ, принятие решений по результатам аттестации.

Тема 13. Поверка средства измерений – 14 ч.

Поверка средств измерений. Поверочная схема, виды поверочных схем. Виды поверок. Техническая, нормативная и правовая база поверки. Методики поверки средств измерений. Структура и содержание методики поверки СИ. Протокол как основной юридический документ поверки, правила его ведения. Свидетельство о поверке, отметка в паспорте, клеймение средств измерений. Порядок изготовления, хранения и применения поверительных клейм. Оформление положительных или отрицательных результатов поверки. Графики поверки средств измерений.

Тема 14. Калибровка средств измерений – 10 ч.

Калибровка средств измерений. Отличие калибровки от поверки средств измерений. Техническая, нормативная и правовая база калибровки. Сфера распространения калибровки средств измерений. Виды калибровки, калибровка и градуировка СИ. Методы калибровки средств измерений. Построение калибровочной (градуировочной) характеристики сложных средств измерений. Результаты калибровки, принятие решений по результатам калибровки. Роль калибровки в обеспечении метрологической прослеживаемости. Иерархическая схема калибровки.

Тема 15. Международное сотрудничество в области законодательной и прикладной метрологии, его значение и формы – 6 ч.

Многостороннее сотрудничество. Основные международные организации (МОЗМ, ИСО, МЭК, МБМВ и др.). Межгосударственные стандарты в области обеспечения единства измерений. Международное сотрудничество на региональной основе. Перспективы развития международного сотрудничества.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ

По дисциплине «Теоретическая метрология»

1. Измерения в технике и научных исследованиях. Истолкования понятия «измерение». Необходимость обеспечения единства измерений.
2. Свойства объектов, шкалы для оценки свойств.
3. Получение и преобразование сигнала измерительной информации (измерительное преобразование).
4. Измерение как сопоставление измеряемого свойства со шкалой, определяющей уровень его интенсивности.
5. Виды шкал. Шкалы наименований, порядка, интервалов и отношений. «Абсолютная шкала». Шкалы и аксиоматика числа. Математические операции с объектами шкал.
6. Единицы величин, допускаемые к применению в Республике Беларусь. Системы единиц величин, основные и производные единицы, механизмы образования производных, кратных и дольных единиц.
7. Принципы измерений. Виды измерений. Прямые, косвенные, совокупные и совместные измерения.
8. Методы (методики) измерений, как объект стандартизации.
9. Многократные измерения. Точность, правильность, сходимость и воспроизводимость измерений. «Правильность и прецизионность» измерений.
10. Постулат о неизбежности погрешности измерений, причины образования погрешностей. Источники погрешностей.
11. Систематические, случайные и «грубые» погрешности. Ошибки (промахи) при измерениях, методы ликвидации ошибочных результатов.
12. Методы оценок погрешностей. Оценки наличия, характера, порядка, пределов и конкретных значений.
13. Систематические погрешности. Постоянные и переменные систематические погрешности. Элементарные и сложные переменные систематические погрешности.
14. Аналитические и экспериментальные методы выявления погрешностей.
15. Механизмы возникновения случайных погрешностей, используемые в метрологии «законы распределения случайных величин».
16. Подготовка результатов измерений с многократными наблюдениями к статистической обработке («исправление результатов»). Обработка исправленных результатов прямых равнорасеянных наблюдений.
17. Математическая обработка данных для получения результата косвенного измерения.
18. Формы представления результатов измерений, соответствующие требованиям обеспечения единства измерений. Округление чисел в результатах измерений.
19. Оценки (качественные и количественные) неопределенности в измерениях. Методы оценивания неопределенности, оценивание неопределен-

ности по типам А и В.

20. Типовые задачи измерений, выбор и назначение допустимой погрешности при решении типовых задач.

21. Виды средств измерений, классификации средств измерений.

22. Рабочие средства измерений. Передача единицы от эталона рабочим средствам измерений. «Метрологическая прослеживаемость» единицы к эталону.

По дисциплине «Законодательная и прикладная метрология»

1. Роль законодательной и прикладной метрологии.

2. Метрологическая служба предприятия. Задачи, структура, направления и виды деятельности.

3. Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь.

4. Межгосударственные стандарты в области обеспечения единства измерений.

5. Измерения и представление результатов измерений.

6. Сфера законодательной метрологии, её необходимость для защиты интересов граждан и государства.

7. Закон Республики Беларусь «Об обеспечении единства измерений».

8. Основные принципы обеспечения единства измерений.

9. Главные задачи государственного метрологического надзора.

10. Основные объекты государственного метрологического надзора.

11. Структура и порядок осуществления метрологической оценки.

12. Виды работ при метрологической оценке.

13. Цели и правила проведения государственных испытаний средств измерений.

14. Государственный реестр средств измерений Республики Беларусь.

15. Назначение эталонов единиц величин, требования к эталонам.

16. Передача единицы от эталона рабочим средствам измерений.

17. Классификация эталонов. Национальные и исходные эталоны в системе обеспечения единства измерений Республики Беларусь.

18. Поверка, калибровка средств измерений.

19. Поверочная схема. Виды и структура поверочных схем.

20. Назначение и содержание методики поверки средств измерений.

21. Техническая, нормативная и правовая базы поверки. Виды поверок.

22. Оформление положительных или отрицательных результатов поверки.

23. Техническая, нормативная и правовая базы калибровки средств измерений. Сфера распространения калибровки.

24. Виды калибровки. Отличие калибровки от поверки средств измерений.

25. Результаты калибровки, принятие решений по результатам калибровки.

26. Цель аттестации методик (методов) измерений. Техническая, нормативная и правовая база аттестации.

27. Оформление результатов аттестации методик (методов) измерений, принятие решений по результатам аттестации.

28. Методики выполнения измерений как объект стандартизации.

29. Содержание и порядок изложения методик выполнения измерений.

30. Международное сотрудничество на региональной основе. Перспективы развития международного сотрудничества в области обеспечения единства измерений.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

Основная литература:

1. Владимирова, Т. М. Прикладная метрология : учебное пособие / Т. М. Владимирова, Е. Н. Савкова. – Москва: Кнорус, 2023. – 233 с.

2. Жуков, В. К. Метрология. Теория измерений: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В. К. Жуков; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Москва: Юрайт, 2019. – 414 с.

3. Кириллов, В. И. Метрологическое обеспечение технических систем : учебное пособие : для студентов учреждений высшего образования по специальности «Метрологическое обеспечение информационных систем и сетей» / В. И. Кириллов. – Минск : Новое знание ; Москва : Инфра-М, 2017. – 424 с.

4. Метрологическое обеспечение производства в машиностроении : учебник : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» (квалификация (степень) «бакалавр») / В. А. Тимирязев [и др.]. – Москва : Инфра-М, 2017. – 257, [1] с.

5. Метрология: учебное пособие для вузов: по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки 11.00.00 «Электроника, радиотехника и системы связи» / А. А. Дегтярев [и др.; под редакцией А. А. Дегтярева]; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники». – [2-е изд., переработанное и дополненное]. – Москва: Академический проект, 2020. – 239 с.

6. Петюль, И. А. Законодательная и прикладная метрология : курс лекций : для студентов специальности 1-54 01 01-04 «Метрология, стандартизация и сертификация (легкая промышленность)» / И. А. Петюль ; Министерство образования Республики Беларусь, Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет». – Витебск : ВГТУ, 2018. – 161 с.

7. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник и практикум для академического бакалавриата : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по инженерно-техническим направлениям и специальностям : в 2 ч. / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. – 2-е изд., переработанное и дополненное. – Москва : Юрайт, 2016.

Дополнительная литература:

1. Метрология: учебник: для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим направлениям подготовки (квалификация (степень) «бакалавр») / [О. Б. Бавыкин и др.]; под общей редакцией С. А. Зайцева. – 3-е изд., переработанное и дополненное. – Москва: Инфра-М: Форум, 2020. – 521 с.

2. Петюль, И. А. Теоретическая метрология: курс лекций для студентов специальности 1-54 01 01-04 «Метрология, стандартизация и сертификация (легкая промышленность)» / И. А. Петюль; Министерство образования Республики Беларусь, Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет». – Витебск: ВГТУ, 2022. – 122 с.

3. Виноградова, А. А. Законодательная метрология : учебное пособие / А. А. Виноградова, И. Е. Ушаков. – Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2021. – 90 с.

4. Лифиц, И. М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия : учебник и практикум для прикладного бакалавриата : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по экономическим направлениям / И. М. Лифиц. – 13-е изд., переработанное и дополненное. – Москва : Юрайт, 2019. – 362 с.

Нормативные правовые документы:

1. О единицах величин, допущенных к применению в Республике Беларусь [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Республики Беларусь, 24 ноября 2020 г., № 673 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

2. О знаках поверки и калибровки средств измерений [Электронный ресурс] : постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь, 27 ноября 2020 г., № 90 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

3. О перечне категорий средств измерений [Электронный ресурс]: постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь, 20 апреля 2021 г., № 39 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

4. Об обеспечении единства измерений [Электронный ресурс]: Закон Республики Беларусь, 5 сентября 1995 г., № 3848-ХП: в ред. Закона Респ. Беларусь от 11 ноября 2019 г. № 254-З // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

5. Об осуществлении метрологической оценки в виде работ по государственной поверке средств измерений [Электронный ресурс] : постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь, 21 апреля 2021 г., № 40 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

6. Об утверждении Положения о Государственном реестре национальных эталонов единиц величин Республики Беларусь [Электронный ресурс]: постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Бе-

ларусь, 13 февраля 2007 г., № 6 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

7. Об утверждении Положения о Государственном реестре средств измерений Республики Беларусь [Электронный ресурс]: постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь, 6 марта 2007 г., № 13 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

8. Об утверждении Типового положения о метрологической службе [Электронный ресурс]: постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь, 29 марта 2021 г., № 27 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

9. ГОСТ 8.009-84 Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений.

10. ГОСТ 8.010-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений. Основные положения.

11. ГОСТ 8.061-80 Государственная система обеспечения единства измерений. Поверочные схемы. Содержание и построение.

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

13. ГОСТ 8.315-2019 Государственная система обеспечения единства измерений. Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов. Основные положения.

14. ГОСТ 8.381-80 Государственная система обеспечения единства измерений. Эталоны. Способы выражения погрешностей.

15. ГОСТ 8.395-80 Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования.

16. ГОСТ 8.532-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Стандартные образцы состава веществ и материалов. Межлабораторная метрологическая аттестация. Содержание и порядок проведения работ.

17. ГОСТ 8.565-99 Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок установления и корректировки межповерочных интервалов эталонов.

18. ГОСТ 8.566-2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Межгосударственная система данных о физических константах и свойствах веществ и материалов. Основные положения.

19. ГОСТ ISO Guide 30-2019 Стандартные образцы. Некоторые термины и определения.

20. ГОСТ ISO Guide 31-2019 Стандартные образцы. Содержание сертификатов, этикеток и сопроводительной документации.

21. ГОСТ ISO Guide 33-2019 Стандартные образцы. Надлежащая практика применения стандартных образцов.

22. ГОСТ ISO Guide 35-2015 Стандартные образцы. Общие и статистические принципы сертификации (аттестации).

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

24. ГОСТ ISO/IEC 17043-2013 Оценка соответствия. Основные требования к проведению проверки квалификации.

25. ГОСТ Р ИСО 17034-2021 Общие требования к компетентности производителей стандартных образцов.

26. ПМГ 06-2019 Порядок признания результатов испытаний и утверждения типа, первичной поверки, метрологической аттестации средств измерений.

27. ПМГ 08-94 Порядок взаимного признания аккредитации лабораторий, осуществляющих испытания, поверку или калибровку средств измерений.

28. ПМГ 122-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок утверждения типа средств измерений.

29. ПМГ 35-2001 Государственная система обеспечения единства измерений. Положение о межгосударственном эталоне.

30. ПМГ 44-2001 Порядок признания методик выполнения измерений.

31. РМГ 115-2019 Государственная система обеспечения единства измерений. Калибровка средств измерений. Алгоритмы обработки результатов измерений и оценивания неопределенности.

32. РМГ 128-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Требования к созданию лабораторий, осуществляющих испытания и измерения.

33. РМГ 129-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Требования к специалистам в области обеспечения единства измерений, осуществляющим деятельность в сфере законодательной метрологии (экспертам-метрологам).

34. РМГ 27-99 Порядок проведения и содержание работ при проведении метрологической экспертизы технической документации на межгосударственные стандартные образцы.

35. РМГ 29-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения.

36. РМГ 51-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Документы на методики поверки средств измерений. Основные положения.

37. РМГ 53-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Стандартные образцы. Оценивание метрологических характеристик с использованием эталонов и образцовых средств измерений.

38. РМГ 63-2003 Государственная система обеспечения единства измерений. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Метрологическая экспертиза технической документации.

39. РМГ 74-2004 Государственная система обеспечения единства измерений. Методы определения межповерочных и межкалибровочных интервалов средств измерений.

40. РМГ 91-2019 Государственная система обеспечения единства измерений. Использование понятий «погрешность измерения» и «неопределенность измерений». Общие принципы.

41. РМГ 93-2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Оценивание метрологических характеристик стандартных образцов.

42. СТБ 2542-2021 Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Лаборатории поверочные. Общие требования.

43. СТБ 2602-2021 Лаборатории измерительные. Общие требования компетентности.

44. СТБ 8015-2016 Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Испытательное оборудование. Общие требования к аттестации.

45. СТБ 8025-2005 Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Поверочные схемы. Построение и содержание.

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

47. ТКП 391-2016 (33540) Аттестация испытательного оборудования. Правила проведения работ.

48. ТКП 392-2016 (33540) Поверка, калибровка средств измерений и иные способы обеспечения единства измерений. Правила проведения работ вне сферы законодательной метрологии.

49. ТКП 8.007-2023 (33540) Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Поверка средств измерений, предназначенных для применения при измерениях вне сферы законодательной метрологии. Правила проведения работ.