

**Федеральное агентство по образованию
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГОУВП «АмГУ»**

Энергетический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой БЖД

_____ **А. Б. Булгаков**

«___» _____ **2007 г**

**МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ
Учебно-методический комплекс дисциплины**

для специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»

Составитель: старший преподаватель Редозубов Р. Д.

Благовещенск 2007 г.

Печатается по решению
редакционно-издательского
совета инженерно-физичес-
кого факультета Амурского
государственного универ-
ситета.

Р.Д. Редозубов

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» для студентов очной формы обучения по специальности – 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере». – Благовещенск. Амурский государственный университет, 2007.

____ Учебно-методические рекомендации ориентированы на оказание помощи студентам очной формы обучения по специальности – 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» для формирования знаний при изучении курса «Метрология, стандартизация и сертификация».

Амурский государственный университет, 2007.

СОДЕРЖАНИЕ:

1. Рабочая программа дисциплины.	4
2. План-конспект лекций	27
3. Практические занятия	34
4. Самостоятельная работа (включая РГР)	69
5. Вопросы к зачету.	

ГОУВПО
«Амурский государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-научной работе
_____ Е.С. Астапова
«__» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине «Метрология, стандартизация, сертификация»
для специальности: 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»

Курс _____ 3 _____
Семестр _____ 6 _____
Лекции _____ 34 час. _____
Практические занятия _____ 34 час. _____
Лабораторные занятия _____ -- _____
РГР _____
Самостоятельная работа _____ 34 час. _____
Зачет _____ 6 _____
Всего часов _____ 102 _____

Составитель _____ Редозубов Р.Д., ст. преп. _____
Факультет _____ Инженерно-физический _____
Кафедра _____ БЖД _____

2006

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта по специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры безопасности жизнедеятельности

«__» _____ 2006 г., протокол № _____

Заведующий кафедрой _____ А.Б.Булгаков

Рабочая программа одобрена на заседании УМСС специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»

«__» _____ 2005 г., протокол № _____

Председатель _____ О.Т. Аксенова

СОГЛАСОВАНО

Начальник УМУ

_____ Г.Н.Торопчина

СОГЛАСОВАНО

Председатель УМС факультета

_____ В.Ф.Ульянычева

«__» _____ 2006 г.

«__» _____ 2006 г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой

_____ А.Б.Булгаков

«__» _____ 2006 г.

ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Основной целью дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» является формирование у студентов базовых знаний о метрологии, стандартизации и сертификации, а также получении представления об их роли в повышении качества продукции, работ, услуг и процессов производства. Научить правильно использовать в своей профессиональной деятельности безопасность жизнедеятельности в техносфере нормативные документы: технические регламенты, национальные стандарты, СНиП и СанПиН, иметь четкое представление о сертификации и системах сертификации в области экологической и производственной безопасности, получить необходимые знания для решения задач обеспечения единства измерений и метрологического контроля.

ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ

В результате изучения дисциплины студенты должны:

- освоить систему основных понятий, терминов, связанных с метрологией, стандартизацией и сертификацией;
- знать основные закономерности измерений, влияние качества измерений на качество конечных результатов метрологической деятельности, методов и средств обеспечения единства измерений;

Иметь представление:

- о правилах проведения метрологической экспертизы;
- о методах и средствах поверки (калибровки) средств измерений;
- о порядках разработки, утверждения и внедрения стандартов;
- о методах определения и нормативных уровнях допустимых негативных воздействий на человека и природную среду;
- о нормативно-технических актах, регулирующих безопасность жизнедеятельности;
- о системах качества, порядок их разработки, сертификацию;
- о системах сертификации, схемах сертификации;

– о порядках аккредитации и функции органов надзора и контроля.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К МИНИМУМУ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПД.Ф.06 Метрология, стандартизация и сертификация

Теоретические основы метрологии. Основные понятия, связанные с объектами измерения: свойство, величина, количественные и качественные проявления свойств объектов материального мира. Основные понятия, связанные со средствами измерений (СИ). Закономерности формирования результата измерения, понятие погрешности, источники погрешностей. Понятие многократного измерения. Алгоритмы обработки многократных измерений. Понятие метрологического обеспечения. Организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения. Правовые основы обеспечения единства измерений. Основные положения закона РФ об обеспечении единства измерений. Структура и функции метрологической службы предприятия, организации, учреждения, являющейся юридическим лицом.

Исторические основы развития стандартизации и сертификации. Сертификация, ее роль в повышении качества продукции и развитие на международном, региональном и национальном уровнях. Правовые основы стандартизации. Международная организация по стандартизации (ИСО). Основные положения государственной системы стандартизации ГСС. Научная база стандартизации. Определение оптимального уровня унификации и стандартизации. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов. Основные цели и объекты сертификации. Термины и определения в области сертификации. Качество продукции и защита потребителя. Схемы и системы сертификации. Условия осуществления сертификации. Обязательная и добровольная сертификация. Правила и порядок проведения сертификации. Органы по

сертификации и испытательные лаборатории. Аккредитация органов по сертификации и испытательных (измерительных) лабораторий. Сертификация услуг. Сертификация систем качества.

2. ЛЕКЦИОННЫЙ КУРС – 34 час.

Лекция 1. Общее представление о метрологии, стандартизации и сертификации (2 час)

Цели и задачи метрологии, стандартизации и сертификации. Общие вопросы стандартизации, сертификации и метрологии. Определение метрологии как науки. История развития метрологии, стандартизации и сертификации. Взаимосвязь метрологии, стандартизации и сертификации и их роль в повышении качества, безопасности и конкурентоспособности продукции (услуг), укрепление международных, региональных и национальных связей и их значение в развитии науки, техники и технологии.

Лекция 2. Основные термины и понятия метрологии (2 час)

Основные понятия, связанные с объектами измерения: свойство, физическая величина, количественные и качественные проявления свойств объектов измерений. Единица величины, основной принцип измерения, результат измерения. Классификация измерений: по характеристике, по числу измерений в ряду измерений, по метрологическому назначению, по выражении. Результата измерения, по общим приемам получения результатов измерений.

Лекция 3. Погрешности измерений (2 час)

Классификация погрешностей по причинам их возникновения: методическая погрешность, инструментальная погрешность, субъективная погрешность, погрешность вычислений. Классификация погрешностей по характеру измерения: систематическая погрешность измерения. Случайная

погрешность измерения. Виды погрешностей: абсолютная погрешность, относительная погрешность, приведенная погрешность.

Лекция 4. Обработка результатов наблюдений и оценивание погрешностей измерений (2 час)

Алгоритм обработки измерения с однократными наблюдениями: при нормально распределенной составляющей случайной погрешности результата наблюдения; при случайной составляющей погрешности результата наблюдения, представленных доверительными границами как одной доверительной вероятностью, так и разными. Алгоритм обработки измерения с многократными наблюдениями: оценка случайной составляющей (СКО), определение не исключенного остатка систематической погрешности (НСП).

Лекция 5. Средства измерений (2 час)

Основные понятия, связанные со средствами измерения (СИ). Классификация измерительных преобразователей: по функциональному назначению; в зависимости от вида входного и выходного сигналов. Классификация измерительных приборов: по форме представления измерительной информации; по способу представления информации; по степени усреднения информации; по характеру установки на месте применения прибора; в зависимости от степени защищенности от климатических и механических воздействий. Измерительная информационная система. Измерительная установка.

Лекция 6. Метрологические характеристики средств измерений (2 час)

Основные понятия. Чувствительность средства измерений. Диапазон измерений. Погрешность средства измерений. Классификация погрешностей

средства измерений: по характеру проявления; по способу выражения; по отношению к условиям применения; по отношению к изменчивости измеряемой величины; по зависимости от измеряемой величины.

Лекция 7 Основы метрологического обеспечения (2 час)

Эталоны единиц физических величин и их классификация. Государственная система обеспечения единства измерений: поверка средств измерений; поверочные схемы; Закон РФ «Об обеспечении единства измерений». Ответственность за нарушение законодательства по метрологии. Структура и функции метрологической службы: государственная метрологическая служба; метрологическая служба предприятия.

Лекция 8. Сущность и содержание стандартизации (2 час)

Краткая история развития стандартизации. Основные понятия и определения в области стандартизации: стандартизация, объект стандартизации, область стандартизации, уровень стандартизации. Законодательные основы стандартизации – Закон РФ «О техническом регулировании». Цели стандартизации, определяемые законом.

Лекция 9. Основные понятия стандартизации (2 час)

Нормативные документы по стандартизации в РФ, установленные Законом РФ «О техническом регулировании»: национальные стандарты, правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации, применяемые в установленном порядке классификации, общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации.

Разновидности нормативных документов согласно ИСО/МЭК: стандарт, предварительный стандарт, документ технических условий, свод правил, регламент. Виды стандартов: основополагающий стандарт, терминологический стандарт, стандарт на методы испытаний, стандарт на продукцию, стандарт на процесс, стандарт на услугу, стандарт на

совместимость, положения, методические положения, описательные положения. Отличие стандартов по безопасности труда.

Лекция 10. Принципы, функции и методы стандартизации (2 час)

Основные принципы стандартизации: целенаправленность и технико-экономическая целесообразность, научный подход и использование передового опыта, прогрессивность и оптимальность стандарта, сбалансированность интересов сторон, комплексность, функциональная взаимозаменяемость стандартизованных изделий, принцип предпочтительности.

Функции стандартизации: упорядочения, охранная (социальная функция), ресурсосберегающая, коммуникативная, информационная.

Методы стандартизации: упорядочение объектов стандартизации (систематизация, селекция объектов стандартизации, симплификация, типизация, оптимизация); параметрическая стандартизация, унификация продукции, агрегатирование, комплексная стандартизация, опережающая стандартизация.

Лекция 11. Организационные основы стандартизации в Российской Федерации (2 час)

Основные законодательные акты, касающиеся стандартизации. Органы и службы по стандартизации в РФ, их функции (национальный орган РФ по стандартизации, технические комитеты по стандартизации). Порядок разработки, принятия, изменения и отмены технических регламентов. Информация о технических регламентах и документах по стандартизации. Информационное обеспечение стандартизации. Общероссийские классификаторы. Государственный контроль и надзор за соблюдением обязательных требований стандартов. Тенденции и основные направления

развития стандартизации в Российской Федерации согласно Закону РФ «О техническом регулировании».

Лекция 12. Международные организации по стандартизации (2 час)

Роль стандартизации в развитие международной торговли и сотрудничества. Основные международные организации по стандартизации: ИСО (Международная организация по стандартизации), МЭК (Международная электротехническая комиссия), МОЗМ (Международная организация по законодательной метрологии). Национальные организации по стандартизации: ANSI, AFNOR, BSI, DIN, JSA. Региональные организации по стандартизации: CEN, EASC, COPANT. Цель образования этих организаций и основные задачи, которые они решают.

Лекция 13. Международные организации по стандартизации (2 час)

Роль стандартизации в развитие международной торговли и сотрудничества. Основные международные организации по стандартизации: ИСО (Международная организация по стандартизации), МЭК (Международная электротехническая комиссия), МОЗМ (Международная организация по законодательной метрологии). Национальные организации по стандартизации: ANSI, AFNOR, BSI, DIN, JSA. Региональные организации по стандартизации: CEN, EASC, COPANT. Цель образования этих организаций и основные задачи, которые они решают.

Лекция 14. Основные понятия сертификации (2 час)

Краткая история сертификации. Определение основных понятий сертификации: декларирование соответствия, декларация о соответствии, знак соответствия, орган по сертификации, оценка соответствия, подтверждение соответствия, сертификация, сертификат соответствия, форма подтверждения соответствия. Подтверждение соответствия. Цели подтверждения соответствия. Принципы подтверждения соответствия.

Формы подтверждения соответствия. Добровольное подтверждение соответствия (добровольная сертификация). Система добровольной сертификации. Знаки соответствия. Обязательное подтверждение соответствия. Декларирование соответствия. Обязательная сертификация. Организация обязательной сертификации. Знак обращения на рынке.

Лекция 15. Правовые основы сертификации в РФ (2 час)

Законодательная база сертификации. Законы РФ «О защите прав потребителей», «О техническом регулировании». Организация обязательной и добровольной сертификации. Органы, осуществляющие обязательную и добровольную сертификацию. Функции федерального органа исполнительной власти, аккредитованных испытательных лабораторий. Аккредитация органов по сертификации и испытательных центров. Маркировка продукции знаком обращения на рынке. Ответственность за несоответствие продукции требованиям технических регламентов. Ответственность за нарушение правил выполнения работ по сертификации. Ответственность аккредитованных испытательных лабораторий. Сертификация работ и услуг. Сертификация импортируемой продукции в РФ.

Лекция 16. Сертификация систем качества и производств (2 час)

Основные нормативные документы, на основании которых проводится сертификация систем качества (российские государственные стандарты, разработанные на основе новых версий стандартов ИСО серии 9000). Общий порядок и последовательность процедур при сертификации систем качества СК. Экономические оценки работы по сертификации, продукции, услуг и систем качества.

Лекция 17. Международная сертификация (2 час)

Сертификация в зарубежных странах (Германия, Франция, Япония, США). Деятельность ИСО, МЭК, международной конференции по

аккредитации испытательных лабораторий и международных систем аккредитации в области сертификации.

3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ – 34 часа.

Для закрепления знаний по лекционной части дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» предусматривается проведение практических занятий, направленных на приобретение и закрепление навыков обращения с нормативными документами в дальнейшей практической деятельности по безопасности жизнедеятельности, а также научиться выбирать средства измерений, уметь обрабатывать результаты наблюдений и оценивать погрешности измерений, интерпретировать результаты измерений.

1. Измерительная информация (2 час.)

Основные характеристики измерений. Априорная информация. Доверительный интервал. Количество информации, получаемой в результате измерения.

2. Классы точности средств измерений (2 час.)

Определение и обозначения классов точности. Наглядное представление классов точности на измерительных приборах. Формы представления погрешности измерений при установлении классов точности: абсолютная погрешность с аддитивным характером, абсолютная погрешность с мультипликативным характером. Возможные пути уменьшения погрешностей результатов. Решение примеров.

3. Основы теории измерений (2 час.)

Основные положения измерений. Односторонние и двухзначные шкалы прибора. Определение погрешности измерений с использованием шкалы наименований. Уравнение измерения по шкале отношений. Обнаружение и исключение ошибок. Правило трех сигм. Примеры.

4. Однократное измерение (2 час.)

Определение. Порядок действий. Условие проведения однократного измерения. Различные варианты получения однократных измерений.

5. Многократное измерение (4 час.)

Равноточные значения отсчета. Точечные оценки числовых характеристик. Проверка нормальности закона распределения вероятности результата измерения.

6. Изучение методов поверки и калибровки СИ (2 час.)

Первичная поверка. Периодическая поверка. Внеочередная поверка. Инспекционная поверка. Организация и порядок проведения поверки. Свидетельство о поверке. Извещение о непригодности к применению. График поверки средств измерений.

7. Единицы величин, их эталоны и классификация измеряемых величин (2 час.)

Принципы разделения величин на основные и производные. Система единиц СИ: основные и дополнительные единицы и их определения. Кратные и дольные единицы. Формирование единиц и размерностей производных единиц. Классификация измеряемых величин. Эталоны и стандартные образцы.

8. Техническое регулирование (2 час.)

Изучить основные понятия, устанавливаемые Законом РФ «О техническом регулировании»: техническое регулирование, безопасность продукции, риск, технический регламент, стандартизация, стандарт, международный стандарт, национальный стандарт.

Познакомиться с принципами и задачами технического регулирования, ролью стандартизации в организационной системе технического регулирования. Изучить порядок разработки, принятия, изменения и отмены технического регламента. Изучить порядок и утверждение национального стандарта. Какая роль в ФЗ отведена государственному контролю (надзору) за соблюдением требований технических регламентов. Органы государственного контроля (надзора), объекты государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов, полномочия и ответственность органов государственного контроля (надзора).

9. Основные нормативные документы по стандартизации (2 час.)

Знакомство с основными нормативными документами по стандартизации, с их требованиями: Закон РФ от 27.12.2002 г. № 184 «О техническом регулировании», Государственная система стандартизации (ГОСТ Р 1.0-92, ГОСТ Р 1.2-92, ГОСТ Р 1.4-93, ГОСТ Р 1.5-2002, ГОСТ Р 2.114-95), Государственные стандарты: Указатель 2003 г. (1, 2, 3 т.), Перечень классификаторов. Общероссийский классификатор стандартов (ОКС). Группа 13 – Охрана окружающей среды, защита человека от воздействия окружающей среды, безопасность.

10. Технические регламенты (2 час.)

Рассмотреть технические регламенты, которые вступили в действие и какие нормативные документы они отменяют. Какие проекты технических регламентов находятся в разработке. Выделить Технические регламенты действующие по предметной области.

11. Изучение ГОСТ 7.32-2001 Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. (2 час.)

Изучить основные положения ГОСТ по оформлению курсовых и дипломных работ: структурные элементы, основная часть, нумерация,

оформление рисунков, таблиц и формул, нормативные ссылки, приложения.

12. Знакомство с серией ГОСТ ИСО 14000 (2 час.)

ГОСТ 14001-98 Система управления окружающей средой. Требования и руководство по применению. ГОСТ 14004-98 Система управления окружающей средой. Общие руководящие указания по принципам, системам и средствам обеспечения функционирования. ГОСТ 14031-98, 14040-98, 14041-98 Система управления окружающей средой. Оценивание экологической эффективности. Общие требования. Оценка жизненного цикла. Определение цели, области исследования и инвентаризационный анализ.

13. Подтверждение соответствия качества продукции (2 час.)

Ознакомиться с основными положениями, целями, принципами сертификации, изложенные в законе РФ «О техническом регулировании», Постановлении от 06.02.2001 г. № 13 “Об утверждении правил сертификации” продукции текстильной и легкой промышленности, “Порядок принятия декларации о соответствии и ее регистрации”, утвержденный постановлением Правительства РФ от 07.07.1999 г. № 776 (в ред. постановления Правительства РФ от 08.05.2002 г. № 302).

14. Изучение схем и порядок сертификации продукции (2 час.)

Изучение схем сертификации продукции, их особенности и условия применения, порядок проведения сертификации продукции. Приобрести навыки оформления документов, заполняемых при сертификации продукции и декларировании соответствия продукции.

Изучение схем сертификации, особенности каждой и условия применения к конкретному виду продукции или производству. Порядок проведения обязательной сертификации продукции. Рассмотреть формы

«Заявка на проведение сертификации продукции», «Решение по заявке на проведение сертификации продукции».

15. Испытательные лаборатории (2 час.)

Аккредитация испытательных лабораторий. Порядок исследования испытательных образцов. Штат испытательных лабораторий. «Акт отбора образцов», «Направление в аккредитованную испытательную лабораторию», «Протокол испытаний продукции». Постановление Госстандарта РФ от 21.09.1994 г. № 15 “Об утверждении порядка проведения сертификации продукции в РФ” (в ред. постановления Госстандарта РФ от 24.10.2000 г. № 71).

16. Сертификат соответствия, декларация соответствия, знаки соответствия (2 час.)

Ознакомиться с формой сертификата соответствия, декларацией соответствия. Рассмотреть сертификаты обязательной системы сертификации и добровольной системы сертификации. Знаки соответствия двух системах сертификации. Какие документы являются основанием выдачи сертификата.

4. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА – 34 часа.

Под самостоятельной работой студентов подразумевается:

4.1. Выполнение РГР – 10 час.

РГР включает 5 задач по разделу «Метрология»

Примерный вариант задания на РГР:

- 1) Имеется резистор $5,1 \text{ Мом}$, через который протекает ток, равный 200 мкА . Максимальное значение мощности рассеяния P для резистора $P_{\text{max}} = 250 \text{ мВт}$. Рассчитать значение P для данного тока и сравнить с P_{max} , а также рассчитать с точностью до единиц микроампер максимально возможное значение тока I_{max} , соответствующее P_{max} .
- 2) Измеренное значение сопротивления $R = 100,0 \text{ Ом}$. Предел

допускаемой относительной погрешности $\delta_n = 1,0 \%$. Найдите интервал, в котором должно находиться R_n – истинное значение сопротивления.

- 3) Имеется три средства измерения: СИ1, СИ2, СИ3. Обозначение их классов точности, соответственно – 1,0; 0,2; 0.1/0,05. Представьте для каждого из этих средств измерений выражения предельных значений основной абсолютной, основной относительной и основной приведенной погрешностей. При этом значение измеряемой величины обозначьте как x , а нормирующее значение как x_N .
- 4) Требуется выбрать один из двух диапазонов измерения магнитоэлектрического вольтметра класса точности 1,0 – (0...15)В и (0...30)В, так чтобы минимизировать максимальную, без учета знака, погрешность измерения напряжения, значение которого близко к 10 В. Измерения проводятся при нормальных условиях, погрешность отсчитывания пренебрежимо мала, выходное сопротивление источника напряжения R_n не превышает 20 Ом (возможны варианты по заданию), ток полного отклонения для указанных диапазонов измерения $I_{п.о.} = 3\text{мА}$?
- 5) Выполняется косвенное измерение индуктивности катушки L . Используется следующая расчетная формула: $L = U / (2\pi f I)$, где U , I – измеренные действующие значения напряжения на катушке и тока, протекающего по ней, f – частота. При этом не учитывается активное сопротивление катушки R (что приводит к погрешности метода).

Как должна быть ограничена частота f для того, чтобы относительная погрешность метода не превышала 0,5%, если значения индуктивности и сопротивления приблизительно равны соответственно 1 мГн и 63 Ом?

4.2. На самостоятельное изучение студентам предлагается рассмотреть стандарты по:

1. Охране окружающей среды – 6 час.
2. Защите от пожаров – 6 час.
3. Защите от радиационного излучения – 6 час.
4. Борьбе с несчастными случаями и катастрофами – 6 час.

5. ПЕРЕЧЕНЬ И ТЕМЫ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ФОРМ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Промежуточный контроль знаний студентов по дисциплине предусматривает по две контрольные точки, оценки по которым выставляются на основе информации о выполнении практических заданий и РГР, а также на основе тестирования теоретических знаний, полученных за прошедший период обучения. Предусмотрено тестирование по темам:

- 5.1. Погрешности измерений.
- 5.2. Обработка результатов наблюдений.
- 5.3. Метрологические характеристики средств измерений.
- 5.4. Правовые основы сертификации в РФ.
- 5.5. Сертификация систем качества и производств.

6. ЗАЧЕТ

Зачет предусматривает выполнение практических задач, выполнение на положительную оценку РГР и ответ на два теоретических вопроса.

ВОПРОСЫ НА ЗАЧЕТ

1. Что такое метрология?
2. Что такое измерение?
3. Назовите виды измерений.
4. Что такое погрешность измерений?
5. Виды погрешностей.
6. Что такое средства измерений и его виды?
7. Дайте понятие меры.
8. Что такое измерительный преобразователь?
9. Что такое измерительный прибор?
10. Что такое измерительная информационная система?
11. Что такое измерительная установка?
12. Что понимают под чувствительностью средства измерения?
13. Что такое цена деления?
14. Что такое погрешность средства измерения?
15. Назовите основы метрологического обеспечения.
16. Что составляет техническую основу метрологического обеспечения?
17. Что лежит в правовой основе метрологического обеспечения?
18. Что такое эталоны единиц физических величин?
19. Что такое поверка средств измерений?
20. Когда проводят внеочередную поверку средств измерения?
21. Какие поверочные схемы бывают?
22. Что такое стандартизация?
23. Назовите цели стандартизации.
24. Основные принципы стандартизации.
25. Основные принципы технического регулирования.
26. Что такое объект стандартизации?
27. Назовите уровни стандартизации.
28. Какие нормативные документы рекомендованы ИСО/МЭК?
29. Что такое стандарт и его виды?
30. Что такое технический регламент и его виды?

31. Что такое Регламент?
32. Что такое Положение?
33. Назовите разновидности нормативных документов, действующих в Российской Федерации.
34. Что такое национальные стандарты?
35. Что такое стандарты организаций?
36. Что такое Правила по стандартизации (ПР) и Технические условия (ТУ)?
37. Что такое основополагающие стандарты?
38. Что такое Стандарты на продукцию?
39. Что такое стандарты на методы контроля (испытаний, измерений, анализа)?
40. Правовые основы стандартизации.
41. Какие функции выполняет стандартизация в условиях рыночных отношений?
42. Назовите перспективы вступления России в ВТО.
43. Назовите основные задачи Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.
44. Какие функции выполняют технические комитеты (ТК)?
45. Назовите порядок осуществления государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов.
46. Структура Федерального агентства по регулированию стандартизации и метрологии
47. Международные организации по стандартизации.
48. Сфера деятельности и задачи ИСО. Организационная структура ИСО.
49. Задачи, решаемые МЭК.
50. Национальные организации по стандартизации
51. Региональные организации по стандартизации
52. Что такое сертификация?
53. Что называется оценкой сертификации?
54. Формы сертификации в России.
55. Добровольная сертификация в России.

56. Системы обязательной сертификации в России.
57. Схемы сертификации.
58. Орган сертификации
59. Требования к испытательным лабораториям.
60. Что такое сертификат соответствия и знак соответствия?
61. Что такое знак обращения на рынке?
62. Организационные и методические принципы сертификации.
63. Правила проведения работ в области сертификации.
64. Порядок проведения сертификации.
65. Новые аспекты аккредитации в ФЗ "О техническом регулировании"
66. Основные принципы аккредитации
67. Требования к аккредитованной организации.
68. Обязанности и основные функции органа по сертификации.
69. Для чего необходимы между–лабораторные сравнительные испытания?
70. Основные принципы сертификации систем качества.
71. Что такое ИСО 9000?
72. Основные направления деятельности КАСКО.
73. Международные организации по сертификации.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Основная:

1. Крылова Г.Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 712 с.

2.Сергеев А.Г., Латышев М.В. Сертификация. Учебное пособие для студ. вузов. – М.: Логос, – 2000. – 248 с.

3.Лифиц И.М. Основы стандартизации, метрологии, сертификации Учебник для вузов. – М.: Юрайт, 1999. – 285с.

4. Брянский Л.Н., Дойников А.С. Краткий справочник метролога: Справочник.– М.: Изд-во стандартов, 1991. – 79 с.

Кузнецов В.А. Метрология. Учебник для вузов. – М.: Издательство стандартов. – 1998. – 335с.

Шишкин И.Ф. Метрология, стандартизация и управление качеством. – М.: – Издательство стандартов. – 1990. – 342с.

Дополнительная:

5. Крейг Р.Дж. ИСО 9000 – Руководство по получению сертификата о регистрации. Пер. с англ. – М.: РИА «Стандарты и качество», – 2000. – 180с.

6. Правила по проведению сертификации в Российской Федерации /Комитет Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации. – М., 1995.– 16 с.

7. Правила по сертификации. Система сертификации ГОСТ Р: Порядок проведения сертификации продукции /Комитет Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации/. – М., 1995.– 28 с.

8. Федеральный закон «О техническом регулировании» 27 декабря 2002 года N 184-ФЗ

9. Постановление от 24 апреля 2002 г. N 28 «О создании системы сертификации работ по охране труда в организациях»

10. Булгаков А.Б. Конюшок И.В. Метрология, стандартизация и сертификация. Учебное пособие. – Благовещенск: АмГУ, – 2005, – 157с.

ЖУРНАЛЫ

Стандарты и качество

Вестник Госстандарта России

Партнеры и конкуренты

Мир измерений

Европейское качество

Каталог «Стандартизация. Метрология. Сертификация. Управление качеством. Экология»

Методы менеджмента качества

Федеральное агентство по образованию Российской Федерации

АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Инженерно-физический факультет

Р.Д. Редозубов

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ

План-конспект лекций

Благовещенск

2007

ЛЕКЦИОННЫЙ КУРС – 34 час.

Лекция 1. Общее представление о метрологии, стандартизации и сертификации (2 час)

Цели и задачи метрологии, стандартизации и сертификации. Общие вопросы стандартизации, сертификации и метрологии. Определение

метрологии как науки. История развития метрологии, стандартизации и сертификации. Взаимосвязь метрологии, стандартизации и сертификации и их роль в повышении качества, безопасности и конкурентоспособности продукции (услуг), укрепление международных, региональных и национальных связей и их значение в развитии науки, техники и технологии.

Лекция 2. Основные термины и понятия метрологии (2 час)

Основные понятия, связанные с объектами измерения: свойство, физическая величина, количественные и качественные проявления свойств объектов измерений. Единица величины, основной принцип измерения, результат измерения. Классификация измерений: по характеристике, по числу измерений в ряду измерений, по метрологическому назначению, по выражении. Результаты измерения, по общим приемам получения результатов измерений.

Лекция 3. Погрешности измерений (2 час)

Классификация погрешностей по причинам их возникновения: методическая погрешность, инструментальная погрешность, субъективная погрешность, погрешность вычислений. Классификация погрешностей по характеру измерения: систематическая погрешность измерения. Случайная погрешность измерения. Виды погрешностей: абсолютная погрешность, относительная погрешность, приведенная погрешность.

Лекция 4. Обработка результатов наблюдений и оценивание погрешностей измерений (2 час)

Алгоритм обработки измерения с однократными наблюдениями: при нормально распределенной составляющей случайной погрешности результата наблюдения; при случайной составляющей погрешности

результата наблюдения, представленных доверительными границами как одной доверительной вероятностью, так и разными. Алгоритм обработки измерения с многократными наблюдениями: оценка случайной составляющей (СКО), определение не исключенного остатка систематической погрешности (НСП).

Лекция 5. Средства измерений (2 час)

Основные понятия, связанные со средствами измерения (СИ). Классификация измерительных преобразователей: по функциональному назначению; в зависимости от вида входного и выходного сигналов. Классификация измерительных приборов: по форме представления измерительной информации; по способу представления информации; по степени усреднения информации; по характеру установки на месте применения прибора; в зависимости от степени защищенности от климатических и механических воздействий. Измерительная информационная система. Измерительная установка.

Лекция 6. Метрологические характеристики средств измерений (2 час)

Основные понятия. Чувствительность средства измерений. Диапазон измерений. Погрешность средства измерений. Классификация погрешностей средства измерений: по характеру проявления; по способу выражения; по отношению к условиям применения; по отношению к изменчивости измеряемой величины; по зависимости от измеряемой величины.

Лекция 7 Основы метрологического обеспечения (2 час)

Эталоны единиц физических величин и их классификация. Государственная система обеспечения единства измерений: поверка средств измерений; поверочные схемы; Закон РФ «Об обеспечении единства измерений». Ответственность за нарушение законодательства по метрологии.

Структура и функции метрологической службы: государственная метрологическая служба; метрологическая служба предприятия.

Лекция 8. Сущность и содержание стандартизации (2 час)

Краткая история развития стандартизации. Основные понятия и определения в области стандартизации: стандартизация, объект стандартизации, область стандартизации, уровень стандартизации. Законодательные основы стандартизации – Закон РФ «О техническом регулировании». Цели стандартизации, определяемые законом.

Лекция 9. Основные понятия стандартизации (2 час)

Нормативные документы по стандартизации в РФ, установленные Законом РФ «О техническом регулировании»: национальные стандарты, правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации, применяемые в установленном порядке классификации, общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации.

Разновидности нормативных документов согласно ИСО/МЭК: стандарт, предварительный стандарт, документ технических условий, свод правил, регламент. Виды стандартов: основополагающий стандарт, терминологический стандарт, стандарт на методы испытаний, стандарт на продукцию, стандарт на процесс, стандарт на услугу, стандарт на совместимость, положения, методические положения, описательные положения. Отличие стандартов по безопасности труда.

Лекция 10. Принципы, функции и методы стандартизации (2 час)

Основные принципы стандартизации: целенаправленность и технико-экономическая целесообразность, научный подход и использование передового опыта, прогрессивность и оптимальность стандарта, сбалансированность интересов сторон, комплексность, функциональная

взаимозаменяемость стандартизованных изделий, принцип предпочтительности.

Функции стандартизации: упорядочения, охранная (социальная функция), ресурсосберегающая, коммуникативная, информационная.

Методы стандартизации: упорядочение объектов стандартизации (систематизация, селекция объектов стандартизации, симплификация, типизация, оптимизация); параметрическая стандартизация, унификация продукции, агрегатирование, комплексная стандартизация, опережающая стандартизация.

Лекция 11. Организационные основы стандартизации в Российской Федерации (2 час)

Основные законодательные акты, касающиеся стандартизации. Органы и службы по стандартизации в РФ, их функции (национальный орган РФ по стандартизации, технические комитеты по стандартизации). Порядок разработки, принятия, изменения и отмены технических регламентов. Информация о технических регламентах и документах по стандартизации. Информационное обеспечение стандартизации. Общероссийские классификаторы. Государственный контроль и надзор за соблюдением обязательных требований стандартов. Тенденции и основные направления развития стандартизации в Российской Федерации согласно Закону РФ «О техническом регулировании».

Лекция 12. Международные организации по стандартизации (2 час)

Роль стандартизации в развитие международной торговли и сотрудничества. Основные международные организации по стандартизации: ИСО (Международная организация по стандартизации), МЭК (Международная электротехническая комиссия), МОЗМ (Международная организация по законодательной метрологии). Национальные организации по стандартизации: ANSI, AFNOR, BSI, DIN, JSA. Региональные организации по

стандартизации: CEN, EASC, COPANT. Цель образования этих организаций и основные задачи, которые они решают.

Лекция 13. Международные организации по стандартизации (2 час)

Роль стандартизации в развитие международной торговли и сотрудничества. Основные международные организации по стандартизации: ИСО (Международная организация по стандартизации), МЭК (Международная электротехническая комиссия), МОЗМ (Международная организация по законодательной метрологии). Национальные организации по стандартизации: ANSI, AFNOR, BSI, DIN, JSA. Региональные организации по стандартизации: CEN, EASC, COPANT. Цель образования этих организаций и основные задачи, которые они решают.

Лекция 14. Основные понятия сертификации (2 час)

Краткая история сертификации. Определение основных понятий сертификации: декларирование соответствия, декларация о соответствии, знак соответствия, орган по сертификации, оценка соответствия, подтверждение соответствия, сертификация, сертификат соответствия, форма подтверждения соответствия. Подтверждение соответствия. Цели подтверждения соответствия. Принципы подтверждения соответствия. Формы подтверждения соответствия. Добровольное подтверждение соответствия (добровольная сертификация). Система добровольной сертификации. Знаки соответствия. Обязательное подтверждение соответствия. Декларирование соответствия. Обязательная сертификация. Организация обязательной сертификации. Знак обращения на рынке.

Лекция 15. Правовые основы сертификации в РФ (2 час)

Законодательная база сертификации. Законы РФ «О защите прав потребителей», «О техническом регулировании». Организация обязательной и добровольной сертификации. Органы, осуществляющие обязательную и

добровольную сертификацию. Функции федерального органа исполнительной власти, аккредитованных испытательных лабораторий. Аккредитация органов по сертификации и испытательных центров. Маркировка продукции знаком обращения на рынке. Ответственность за несоответствие продукции требованиям технических регламентов. Ответственность за нарушение правил выполнения работ по сертификации. Ответственность аккредитованных испытательных лабораторий. Сертификация работ и услуг. Сертификация импортируемой продукции в РФ.

Лекция 16. Сертификация систем качества и производств (2 час)

Основные нормативные документы, на основании которых проводится сертификация систем качества (российские государственные стандарты, разработанные на основе новых версий стандартов ИСО серии 9000). Общий порядок и последовательность процедур при сертификации систем качества СК. Экономические оценки работы по сертификации, продукции, услуг и систем качества.

Лекция 17. Международная сертификация (2 час)

Сертификация в зарубежных странах (Германия, Франция, Япония, США). Деятельность ИСО, МЭК, международной конференции по аккредитации испытательных лабораторий и международных систем аккредитации в области сертификации.

Федеральное агентство по образованию Российской Федерации

АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Инженерно-физический факультет

Р.Д. Редозубов

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ

Практические занятия
Темы. Общие положения

**Благовещенск
2007**

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ – 34 часа.

Для закрепления знаний по лекционной части дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» предусматривается проведение практических занятий, направленных на приобретение и закрепление навыков обращения с нормативными документами в дальнейшей

практической деятельности по безопасности жизнедеятельности, а также научиться выбирать средства измерений, уметь обрабатывать результаты наблюдений и оценивать погрешности измерений, интерпретировать результаты измерений.

1. Измерительная информация (2 час.)

Основные характеристики измерений. Априорная информация. Доверительный интервал. Количество информации, получаемой в результате измерения. Структура средств измерений.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В зависимости от функционального назначения и конструктивного исполнения различают следующие средства измерений:

- *меры;*
- *измерительные преобразователи;*
- *измерительные приборы;*
- *индикаторы.*

Кроме того, основные и вспомогательные средства измерений и дополнительные устройства могут быть объединены в *измерительные установки* или *измерительные системы*, рассматриваемые как более сложные средства измерений.

Меры предназначены для хранения и воспроизведения физической величины одного заданного размера (однозначные меры) или ряда размеров (многозначные меры). Многозначные меры могут механически объединять несколько однозначных мер (ступенчатая мера длины, многогранная угловая концевая мера с тремя, четырьмя или шестью рабочими углами). Многозначными мерами являются также штриховые меры со шкалой (линейка измерительная, транспортир). Меры могут комплектоваться в наборы (наборы концевых мер длины, наборы разновесов);

Измерительные преобразователи предназначены для получения сигнала измерительной информации, его преобразования и выдачи в любой

форме, удобной для передачи, обработки, хранения или дальнейшего преобразования, но не поддающейся непосредственному восприятию оператором. Различают первичные и промежуточные измерительные преобразователи. **Первичные измерительные преобразователи** – первые в измерительной цепи – воспринимают саму измеряемую физическую величину и преобразуют ее в сигнал измерительной информации (терморезистор термометра сопротивления, фотоэлемент экспонометра), а **промежуточные измерительные преобразователи** занимают в измерительной цепи любое место после первичного.

Измерительные приборы предназначены для получения измерительной информации от измеряемой физической величины, ее преобразования и выдачи в форме, поддающейся непосредственному восприятию оператором. По виду выходного сигнала приборы принято делить на **аналоговые**, у которых выходной сигнал является непрерывной функцией измеряемой величины, и "цифровые" (числовые), имеющие **дискретный выходной сигнал**, обычно выдаваемый в числовой форме. Различают приборы показывающие и регистрирующие (самопишущие и печатающие). Измерительные приборы состоят из цепочки преобразователей (первичного и промежуточных) и устройства отображения измерительной информации (шкала-указатель, цифровое табло, самопишущее, цифropечатающее или другое регистрирующее устройство).

Индикаторы – особый вид средств измерений в виде технического устройства или вещества, предназначенного для установления наличия (отсутствия) какой-либо физической величины или определения ее порогового значения (индикатор фазового провода электропроводки, индикатор контакта измерительного наконечника прибора для линейных измерений с поверхностью детали, лакмусовая бумага). В некоторых случаях в качестве индикаторов могут использоваться измерительные приборы (часы-будильник, омметр при проверке обрыва в электрической цепи).

Средства измерений принято различать по **принципам** действия, то есть по физическим принципам, используемым для преобразования измеряемой величины или сигнала измерительной информации. Например, измерительный микроскоп относится к оптико-механическим приборам, индуктивный или резистивный преобразователь – к электрическим средствам измерений и т.д. Сложные приборы с длинной измерительной цепью обычно характеризуют одним (или двумя) наиболее важными принципами преобразования (лазерный интерферометр, фотоэлектрический угломер).

Измерительная цепь средства измерений – совокупность преобразовательных элементов, осуществляющих все преобразования измерительной информации в данном устройстве. Измерительная цепь средства измерений начинается с **чувствительного элемента**, который представляет собой часть первого в измерительной цепи преобразовательного элемента (первичного измерительного преобразователя), непосредственно воспринимающую сигнал измерительной информации от измеряемого объекта, т.е. находящуюся под непосредственным воздействием измеряемой физической величины (резервуар жидкостного термометра, крюк динамометра, губки штангенциркуля).

Измерительный прибор обязательно имеет **устройство отображения** (выдачи) **измерительной информации**. У приборов с визуальными устройствами это чаще всего отсчетные устройства типа **шкала-указатель** или **цифровое табло**. В приборах и индикаторах применяют и другие устройства визуальной индикации (нуль-указатели, табло светофорного типа), а также акустические устройства (звонок, зуммер таймера) и тактильные устройства (вибратор наручного будильника для слабо слышащих). В качестве устройств выдачи информации могут использоваться также любые регистрирующие самопишущие или печатающие устройства.

Шкала средства измерений – часть отсчетного устройства, представляющая собой совокупность отметок и поставленных у некоторых из них чисел отсчета или других символов, соответствующих ряду

последовательных значений величины. Отметки могут быть в виде штриха, точки, другой геометрической фигуры. Промежуток между двумя соседними отметками шкалы называется *делением шкалы*. *Длина деления шкалы* – расстояние между осями или центрами двух соседних отметок шкалы, измеренное вдоль воображаемой линии, проходящей через середины самых коротких отметок шкалы. Шкалы могут быть равномерными (с делениями постоянной длины и с постоянной ценой деления), либо неравномерными (с делениями непостоянной длины, а в некоторых случаях и с переменной ценой деления). *Цена деления шкалы* – разность значений величин, соответствующих двум соседним отметкам шкалы.

Указатель средства измерений – часть аналогового отсчетного устройства, положение которого относительно отметок шкалы определяет показание средства измерений. Указатель может быть выполнен в виде стрелки, штриха, кромки детали, перемещающейся относительно шкалы, светового пятна и т.д. Изменение показаний в системе шкала-указатель, может осуществляться за счет перемещения любого из элементов относительно другого.

Прибор может быть снабжен несколькими шкалами (индикатор часового типа, измерительные головки ИГМ) или одной шкалой с несколькими указателями (часы с циферблатом и центральными стрелками).

При выдаче измерительной информации на цифровое табло существенно важны такие его структурные элементы, как

- *вид выходного кода* (десятиричный, шестидесятиричный, другой);
- предельное число знаков, в том числе цифр (*число разрядов выходного кода*) и других (не цифровых), виды знаков и их содержание (наличие фиксированной или плавающей разделительной десятичной запятой (точки), минуса, знака переполнения или неправильного подключения и др.);

- **цена единицы наименьшего разряда кода и номинальная ступень квантования**, если она больше цены единицы наименьшего разряда кода.

Пример кинематической (а) и структурной (б) схем равноплечих весов (прибора для определения массы взвешиванием) приведен на рис.1.

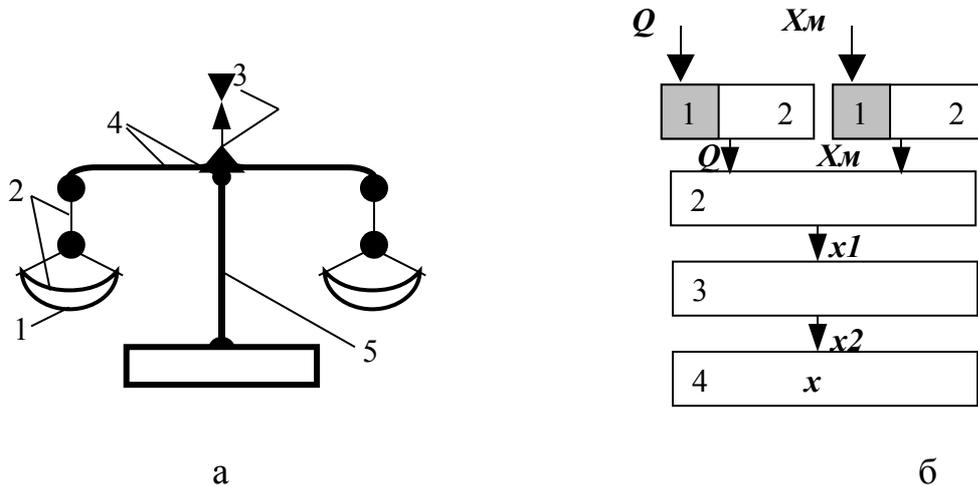


Рис. 1. Кинематическая (а) и структурная (б) схемы пружинных весов. 1 – чувствительный элемент (две чашки), 2 – первичный измерительный преобразователь (шарнирный подвес с чашкой – два преобразователя), 3 – промежуточный измерительный преобразователь (равноплечий рычаг с шарниром), 4 – устройство отображения измерительной информации (стрелка на рычаге– указатель и шкала– нулевая отметка на стойке), 5 – стойка. На структурной схеме стрелками показано движение измерительной информации.

Возможно и более мелкое дробление элементов функциональной кинематической схемы на измерительные преобразователи, например: чашка с собственным шарнирным подвесом – шарнирная тяга – равноплечий рычаг... Или обратное: равноплечий рычаг с чашками и шарнирами (первичный измерительный преобразователь) – устройство отображения измерительной информации (стрелка на рычаге– указатель и шкала). Выделение измерительных преобразователей осуществляют на основе логического анализа выполняемых ими функций и конструктивной завершенности (автономности). Шкала устройства отображения измерительной информации может иметь множество делений или только одно нулевое деление – вырожденная шкала, характерная для приборов типа нуль-компаратора, которые предназначены для измерения нулевым методом.

2. Классы точности средств измерений (2 час.)

Определение и обозначения классов точности. Наглядное представление классов точности на измерительных приборах. Формы представления погрешности измерений при установлении классов точности: абсолютная погрешность с аддитивным характером, абсолютная погрешность с мультипликативным характером. Возможные пути уменьшения погрешностей результатов. Решение примеров. Обозначения на измерительных приборах.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Классификация электроизмерительных приборов

Электроизмерительными приборами называются средства электрических измерений, предназначенные для выработки сигналов измерительной информации, т.е. сигналов, функционально связанных с измеряемыми физическими величинами, в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем. Они весьма разнообразны по своему принципу действия и конструктивному оформлению вследствие различных требований, предъявляемых к ним. Электроизмерительные приборы могут быть классифицированы по различным признакам:

- по способу вывода информации;
- по характеру применения;
- по условиям эксплуатации;
- по роду измеряемой величины;
- по принципу действия.

1. *По способу вывода информации* измерительные приборы делятся на цифровые, аналоговые, а также приборы с выводом изображения на плоскость бумаги (самописцы) или на телевизионный экран (дисплеи) и т.д.

Цифровыми называются приборы непосредственной оценки, основанные на принципе кодирования измеряемой величины, благодаря чему осуществляется ее дискретное представление. В цифровых приборах информация выдается в виде числа, образованного цифрами.

Аналоговыми называются приборы, показания которых являются непрерывными функциями изменений измеряемых величин. Аналоговый прибор – это, в первую очередь, показывающий прибор, т.е. прибор, допускающий отсчитывание показаний. Для этого у всех аналоговых электроизмерительных приборов имеется отсчетное устройство, состоящее из шкалы, расположенной на циферблате прибора, и указателя.

2. По характеру применения различаются следующие приборы:

- **Стационарные** (щитовые), т.е. такие, корпуса которых приспособлены для жесткого крепления на месте установки;
- **Переносные**, т.е. такие, корпуса которых не предназначены для жесткого крепления на месте установки.

3. В зависимости от условий эксплуатации приборы делятся на следующие группы:

К группе А относятся приборы, предназначенные для работы в закрытых сухих отапливаемых помещениях при температуре окружающей среды 10-35 °С и при влажности воздуха до 80 % при 30 °С.

К группе Б – для работы в закрытых неотапливаемых помещениях при температуре окружающей среды от –30 до +40 °С и влажности воздуха до 90 % при +30 °С.

К группе В – для работы в полевых (В₁) и морских (В₂) условиях. Для группы В₁ допустимыми условиями являются: температура от –40 до +50 °С и влажность воздуха до 95 % при +35 °С. Для группы В₂ – температура от –50 до +60 °С и влажность воздуха до 95 % при +35 °С.

Приборы, предназначенные для работы в условиях тропического климата, имеют обозначения типа с буквой «Т».

4. *По степени защищенности от внешних полей* приборы делят на I и II категории.

5. *По роду измеряемой величины* приборы делятся на:

- амперметры – для измерения силы тока;
- вольтметры – для измерения напряжения;
- омметры – для измерения сопротивления;
- ваттметры – для измерения мощности;
- частотомеры – для измерения сдвига фаз и коэффициента мощности;
- счетчики электрической энергии и т.д.

6. Важным классификационным признаком является также *принцип действия и устройство измерительного механизма*.

Электроизмерительные приборы могут быть основаны на механическом перемещении подвижной части со стрелкой или зеркалом под действием электрических или электромагнитных сил.

Такие приборы называются *электромеханическими*.

Электромеханические приборы постепенно вытесняются *электронными*, в которых преобразователями служат полупроводниковые элементы или логические микросхемы. Однако, в настоящее время довольно часто в приборах сочетаются электронные и электромеханические узлы.

По конструктивным особенностям измерительного механизма электромеханические приборы разделяют на:

- *магнитоэлектрические с подвижной рамкой*;
- *магнитоэлектрические с подвижным магнитом*;
- *электромагнитные* ;
- *электродинамические*;
- *тепловые*;
- *индукционные* и т.д.

В приборах *магнитоэлектрической системы* для передвижения подвижной части используют взаимодействие поля постоянного магнита с

проводниками, по которым протекает электрический ток. Подвижными могут быть проводники с током (приборы с подвижной рамкой) или же постоянные магниты (приборы с подвижным магнитом). Магнитоэлектрические приборы – самые точные из электромеханических приборов и самые распространенные в цепях постоянного тока. Они обладают следующими преимуществами: высокой чувствительностью и точностью, равномерностью шкалы, малым собственным потреблением и малой чувствительностью к внешним магнитным полям. В то же время магнитоэлектрические приборы имеют недостатки: они пригодны только для постоянного тока и сложны по конструкции.

В приборах *электромагнитной системы* перемещение подвижной части вызывается воздействием магнитного поля неподвижной катушки на сердечник из ферромагнитного материала, укрепленный на одной оси со стрелкой. Приборы этой системы могут быть построены либо с плоской, либо с круглой катушкой. Подвижная часть представляет собой сердечник в виде лепестка из мягкой стали или специального сплава – пермаллоя. Сердечник, эксцентрично насаженный на одну ось со стрелкой, в зависимости от напряженности магнитного поля или, иначе говоря, в зависимости от величины тока, протекающего по обмотке, больше или меньше втягивается в окно катушки. Следовательно, и подвижная часть отклоняется на больший или меньший угол от нулевого положения.

Основные достоинства этих приборов заключаются в том, что они пригодны для цепей постоянного и переменного тока и обладают большой перегрузочной способностью. Они просты по конструкции и соответственно дешевы.

Главными недостатками электромагнитных приборов являются: неравномерность шкалы и относительно низкая чувствительность, относительно низкая точность и относительно большое собственное потребление.

Приборы *электродинамической системы* основаны на взаимодействии двух проводников, по которым протекают токи. Известно, что при различном направлении токов два проводника отталкиваются, а при одинаковом направлении притягиваются. Соответственно этому эти приборы состоят из неподвижной и подвижной катушек. Подвижная катушка с большим числом витков тонкой проволоки расположена вокруг или внутри неподвижной катушки. На оси подвижной катушки имеется стрелка.

По сравнению с электромагнитными приборами электродинамические приборы имеют следующие преимущества. Они пригодны для постоянного и переменного тока, обладают относительно высокой точностью, имеют достаточно равномерную шкалу. Эти приборы – самые точные среди электромеханических для переменного тока.

Наряду с положительными свойствами у электродинамических приборов есть и недостатки: они подвержены влияниям внешних магнитных полей и частоты.

В приборах *индукционной системы* для перемещения подвижной части используют явление взаимодействия одного или нескольких переменных потоков с токами, наведенными ими в подвижной части. Соответственно принципу действия индукционные приборы могут работать только на переменном токе и практически применяются лишь в цепях переменного тока промышленной частоты. На таком принципе работает счетчик электрической энергии.

Действие приборов *электростатической системы* основано на взаимодействии двух наэлектризованных тел. Известно, что два электрически заряженных проводника взаимодействуют между собой: при одноименных зарядах отталкиваются, а при разноименных притягиваются. Это явление используют в приборах этой системы.

Главным преимуществом этих приборов является ничтожное собственное потребление в цепях переменного тока и отсутствие

потребления в цепях постоянного тока. Приборы этой системы нечувствительны к колебаниям частоты, а также к внешним магнитным полям и температуре.

В *тепловых* приборах используется явление выделения теплоты в проводнике, по которому идет ток. Ценным качеством таких приборов является совпадение шкалы для переменного тока (любой частоты вплоть до 10^8 Гц) со шкалой для постоянного тока (именно на условии совпадения теплового действия основано определение эффективных значений силы тока и напряжения переменного тока).

Отсчетные устройства электромеханических приборов

Технические требования к циферблатам и шкалам приборов установлены ГОСТ 5365-73.

Шкала – часть отсчетного устройства, представляющая собой совокупность отметок на циферблате показывающего прибора или на диаграммной бумаге регистрирующего прибора и проставленных у некоторых из них чисел отсчета или других символов, соответствующих ряду последовательных значений измеряемой физической величины.

На шкалу (рис. 1) наносятся отметки, обычно в виде короткой вертикальной черты, соответствующие некоторым значениям измеряемой величины. Интервал между двумя соседними отметками шкалы называют

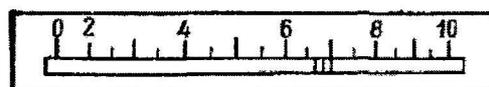


Рис.1 Шкала прибора с оптическим отсчетным устройством.

делением шкалы. Отметки шкалы, у которых проставлены числа (на шкале на рис. 1 это числа 0; 2; 4; 6; 8 и 10), называют *числовыми отметками* шкалы. Шкалы могут быть *равномерными* (деления постоянной длины) и *неравномерными* (деления непостоянной длины). На рис. 1 изображена неравномерная шкала. Наименьшее значение измеряемой величины, указанное на шкале, называется *начальным значением шкалы* x_n . В нашем случае (рис.1) $x_n=0$. Наибольшее значение измеряемой величины, указанное

на шкале, называют **конечным значением шкалы** x_k . Для шкалы, изображенной на рис.1, $x_k=10$. По шкале прибора можно определить диапазон показаний прибора и диапазон измерений прибора. **Диапазоном показаний** называют область значений шкалы, ограниченную конечным и начальным значениями шкалы. В рассматриваемом случае диапазон показаний равен 0–10.

Область значений измеряемой величины, для которой нормированы допускаемые погрешности средства измерений, называют **диапазоном измерений**. Обычно при равномерной шкале диапазон измерений и диапазон показаний совпадают. Однако при неравномерной шкале диапазон показаний не совпадает с диапазоном измерений. Для определения диапазона измерений на шкалах таких приборов обычно ставят точку в начале и конце диапазона измерений, если наибольшее значение измеряемой величины диапазона измерений не совпадает с конечным значением шкалы. На шкале, изображенной на рис. 1, диапазон измерений равен 2–10.

Наименьшее значение диапазона измерений (в нашем случае числовая отметка 2) называют **нижним пределом измерений**, а наибольшее значение диапазона измерений – **верхним пределом измерений**. На рассматриваемой шкале верхний предел измерения совпадает с конечным значением шкалы и равен 10.

Различают шкалы:

1. **Односторонняя** – имеет нулевую числовую начальную отметку и конечную отметку в виде положительного числового значения измеряемой физической величины.

2. **Двухсторонняя** – имеет начальную отметку в виде отрицательного числового значения измеряемой величины, нулевую отметку по середине шкалы и конечную отметку в виде положительного числового значения измеряемой величины.

3. *Безнулевая* – имеет начальную и конечную отметки в виде числовых положительных значений измеряемой величины (в редких случаях числовых отрицательных значений).

Отсчет значения измеряемой величины по шкале прибора производится с помощью *указателя*. Различают два вида указателей: указатель, представляющий собой стрелку, конец которой выполнен в форме, обеспечивающей отсчет показаний с необходимой точностью, и световой указатель в виде луча света, образующего на шкале световое пятно с индексом, по которому производят отсчет показаний. Требования к форме и размерам указывающей части стрелок и индексов световых указателей установлены ГОСТ 3051-69.

В приборах со световым указателем на подвижной части измерительного механизма устанавливается небольшое зеркальце. Луч света, создаваемый обычной миниатюрной лампочкой накаливания с помощью простейшей оптики, отражаясь от зеркальца подвижной части, падает на узкую полоску матового стекла, расположенного на циферблате под шкалой, и образует световое пятно с индексом нитевидного типа (рис. 1). При повороте подвижной части поворачивается жестко скрепленное с ней зеркальце и, следовательно, перемещается под шкалой отсчетного устройства световое пятно с индексом, указывая значение измеряемой величины.

В приборах с указателем в виде стрелки, жестко скрепленной с подвижной частью измерительного механизма, отсчет значения измеряемой величины производится по положению указывающей части стрелки у шкалы прибора. Форма указывающей части стрелки должна обеспечивать отсчет показаний с необходимой точностью.

В зависимости от формы указывающей части стрелок наиболее распространенными

стрелками являются *клиновидные, ножевые и стержневые* (рис. 2).

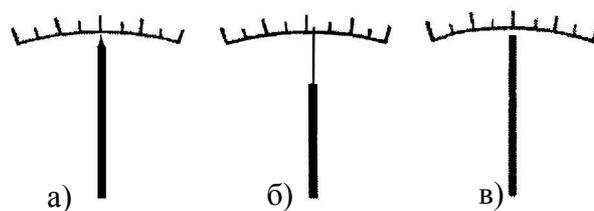


Рис 2. Отсчетные устройства стрелочных приборов: а) с клиновидной стрелкой, б) с ножевой стрелкой, в) со стержневой стрелкой.

В лабораторных приборах повышенных

классов точности при использовании указателей в виде стрелки, обычно ножевого типа, для уменьшения погрешности отсчета от параллакса, возникающего из-за того что угол зрения экспериментатора относительно плоскости шкалы прибора отличается от прямого, применяют специальные приспособления.

Наибольшее распространение получили так называемые отсчетные устройства с зеркальной шкалой (рис. 3). На циферблате 1 под шкалой устанавливается на всю длину шкалы узкая полоска зеркала 2. Экспериментатор перед проведением отсчета совмещает отражение стрелки в зеркале с самой стрелкой 3. Только после этого, т.е. после устранения параллакса, производится отсчет по шкале прибора.

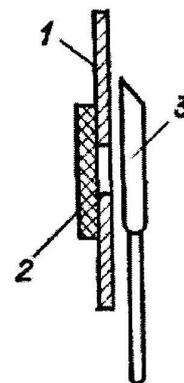


Рис.3. Отсчетное устройство с зеркальной шкалой

Технические требования

Общие технические требования ко всем аналоговым и цифровым приборам, а также к мерам электрических величин и измерительным преобразователям сформулированы в ГОСТ 22261-76.

На основании ГОСТ 22261-76 разработаны и введены в действие частные ГОСТ на отдельные виды электроизмерительной аппаратуры, например ГОСТ 8711-78 «Амперметры и вольтметры», ГОСТ 8476-78

(Ваттметры и варметры», ГОСТ 8039-79 «Фазометры» и т. д. Государственные стандарты на отдельные виды аппаратуры устанавливают различные классы точности приборов. Так, ГОСТ 8711-78 для амперметров и вольтметров устанавливает следующие классы точности: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0 и 5,0. Кроме того, разрешается выпуск амперметров и вольтметров класса точности 0,3.

Классы точности приборов устанавливаются по основной приведенной погрешности. Наибольшее численное значение основной приведенной погрешности прибора каждого данного класса не должно превышать численного значения этого класса. Например, для прибора класса 0,2 численное значение наибольшей основной приведенной погрешности не должно превышать $\pm 0,2\%$.

Кроме того, в ГОСТ для каждого данного класса точности прибора регламентируются погрешности от вариации показаний и изменения показаний прибора от различных внешних факторов (наклон прибора, температура окружающей среды, внешние магнитные и электрические поля и т. д.).

Требования к электрической прочности и сопротивлению изоляции между изолированными от корпуса по постоянному току электрическими цепями приборов устанавливаются соответствующими ГОСТ. Кроме того, регламентируется время успокоения подвижной части приборов.

Время установления показаний, обусловленное временем успокоения подвижной части, у абсолютного большинства аналоговых приборов не должно превышать 4 с. Это значит, что с момента подачи измеряемой величины на вход прибора, или с момента изменения этой величины, установившееся положение указателя отсчетного устройства наступает не более чем через 4 с. Исключение составляют термоэлектрические и электростатические приборы, для которых наибольшее время установления показаний не превышает 6 с.

В соответствии с требованиями ГОСТ аналоговые показывающие приборы должны выдерживать нагрузку током или напряжением, равным 120% конечного значения, в течение 2 ч. Регламентируются также кратковременные (ударные) перегрузки приборов током и напряжением. Так, для амперметров классов точности 0,5-5,0 предусмотрена возможность перегрузки током, равным $10 I_{ном}$, в течение 0,5 с.

Для всех приборов по значениям климатических и механических влияющих величин ГОСТ 22261-76 устанавливает семь различных групп. Регламентируются значения климатических и механических величин для каждой группы приборов как при рабочих условиях применения, так и при транспортировании и хранении приборов (предельные условия).

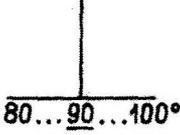
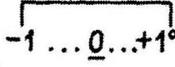
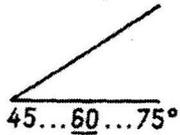
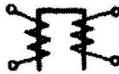
Принцип действия прибора, возможность его работы в тех или иных условиях, возможные предельные погрешности прибора могут быть установлены по условным обозначениям, нанесенным на циферблате прибора. Виды условных обозначений установлены ГОСТ 23217-78, действующим с 1 января 1980 г.

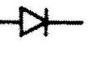
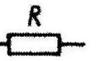
Примеры некоторых условных обозначений приведены в табл. 1.

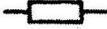
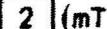
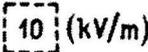
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, НАНОСИМЫЕ НА
ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ЧАСТИ
(ГОСТ 23217-78)

Наименование	Условное обозначение
1. Обозначение единиц, их кратных и дольных значений	
Ампер	A
Миллиампер	mA
Микроампер	μ A
Киловольт	kV
Вольт	V
Милливольт	mV
Микровольт	μ V
Мегаватт	MW
Киловатт	kW
Ватт	W
Мегавар	Mvar
Киловар	kvar
Вар	var
Мегагерц	MHz
Килогерц	kHz
Герц	Hz
Мегаом	M Ω
Килоом	k Ω
Ом	Ω
Миллиом	m Ω
Микроом	$\mu\Omega$
Тесла	T
Миллитесла	mT
Вебер	Wb
Милливебер	mWb
Микрофарад	μ F
Пикофарад	pF
Генри	H
Миллигенри	mH
Микрогенри	μ H
Коэффициент мощности	cos φ
Угол сдвига фаз	φ
Градус Цельсия	$^{\circ}$ C

Наименование	Условное обозначение
2. Обозначения рода тока и количество измерительных механизмов	
Постоянный ток	
Переменный (однофазный) ток	
Постоянный и переменный ток	
Трехфазный ток (общее обозначение)	
Трехфазный ток при неравномерной нагрузке фаз	
Прибор с одноэлементным измерительным механизмом для трехпроводной сети	
Прибор с двухэлементным измерительным механизмом для трехпроводной сети	
Прибор с двухэлементным измерительным механизмом для трехпроводной сети при неравномерной нагрузке фаз	
Прибор с двухэлементным измерительным механизмом для четырехпроводной сети при неравномерной нагрузке фаз	
Прибор с трехэлементным измерительным механизмом для четырехпроводной сети при неравномерной нагрузке фаз	
Обозначение прочности изоляции и положения прибора	
Измерительная цепь изолирована от корпуса и испытана напряжением, превышающим 500 В, например 2 кВ	
Измерительная цепь изолирована от корпуса и испытана напряжением 500 В	
Прибор испытанию прочности изоляции не подлежит	
Прибор или вспомогательная часть под высоким напряжением	

Наименование	Условное обозначение
Прибор применять при вертикальном положении шкалы	
Прибор применять при горизонтальном положении шкалы	
Прибор применять при наклонном положении шкалы (например, под углом 60°) относительно горизонтальной плоскости	
Прибор применять в положении Д-1 при рабочей области от 80 до 100°	
Прибор применять в положении Д-2 при рабочей области от -1 до +1°	
Прибор применять в положении Д-3 при рабочей области от 45 до 75°	
Обозначение, указывающее на ориентирование прибора во внешнем магнитном поле	N
4. Обозначение принципа действия прибора	
Магнитоэлектрический прибор с подвижной рамкой	
Магнитоэлектрический логометр с подвижными рамками	
Магнитоэлектрический прибор с подвижным магнитом	
Магнитоэлектрический логометр с подвижным магнитом	
Электромагнитный прибор	
Электромагнитный логометр	
Электромагнитный поляризованный прибор	

Наименование	Условное обозначение
Электродинамический прибор	
Электродинамический логометр	
Ферродинамический прибор	
Ферродинамический логометр	
Индукционный прибор	
Индукционный логометр	
Тепловой прибор с нагреваемой проволокой	
Биметаллический прибор	
Электростатический прибор	
Вибрационный прибор (язычковый)	
Термопреобразователь неизолированный	
Термопреобразователь изолированный	
Электронный преобразователь в измерительной цепи	
Электронный преобразователь во вспомогательной цепи	
Выпрямитель	
Шунт	
Добавочное сопротивление	

Наименование	Условное обозначение
Индуктивное добавочное сопротивление	
Сопротивление добавочное полное	или 
Электростатический экран	
Магнитный экран	
3. Основы теории измерений (2 час.) Астатический прибор	
Магнитная индукция, выраженная в миллитор (например, 3 мТл) измеренная изменением показаний, соответствующее прибору. Определение по отсчету измерений с использованием шкалы тельно нанесение надписи единицы (мТ) наименований. Уравнение измерения по Зажим для заземления исключение ошибок. Правило трех сигм	Односторонние и двухзначные шкалы  (mT) Примеры 
Корректор	
4. Однократное измерение (2 час.) Внимание! Смотри дополнительные указания в паспорте и инструкции по эксплуатации	Условие проведения однократного измерения. Различные варианты получения однократных измерений.
Поле электрическое, выраженное в киловольт на метр (например, 10 кВ/м), вызывающее изменение показаний, соответствующее обозначению класса точности, предпочтительно нанесение надписи единицы (кВ/м)	
5. Многократное измерение (4 час.) Равноточные значения отсчета.	 (kV/m)
Общая вспомогательная часть характеристик. Проверка нормальности закона распределения вероятности	Точечные оценки числовых
Стальной шит толщиной x (в миллиметрах)	
Стальной шит любой толщины	Fe_x
Нестальной шит любой толщины	Fe
Шит	NFe

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ (Для тем 3—5)

Измерение нахождения значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств (ГОСТ 16263 -70).

Стандарт определяет *методы измерений* (метод непосредственной оценки и метод сравнения с мерой). Кроме того, можно предложить укрупненное

деление измерений по различным основаниям классификации: **виды измерений**.

К **видам измерений** (если не разделять их по видам измеряемых физических величин на линейные, оптические, электрические и др.) можно отнести измерения:

- **прямые и косвенные,**
- **совокупные и совместные,**
- **абсолютные и относительные,**
- **однократные и многократные,**
- **технические и метрологические,**
- **равноточные и неравноточные,**
- **равнорассеянные и неравнорассеянные,**
- **статические и динамические.**

Прямые и косвенные измерения различают в зависимости от способа получения результата измерений.

При **прямых измерениях** искомое значение величины определяют непосредственно по устройству отображения измерительной информации применяемого средства измерений. Формально без учета погрешности измерения они могут быть описаны выражением

$$Q=X,$$

где Q – измеряемая величина,

X – результат измерения.

Косвенные измерения – измерения, при которых искомое значение величины находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям. Формальная запись такого измерения

$$Q=F(X, Y, Z, \dots),$$

где X, Y, Z, \dots – результаты прямых измерений.

Примерами косвенных измерений можно считать нахождение значения угла треугольника по измеренным длинам сторон, определение площади треугольника или другой геометрической фигуры и т.п.

Измерение некоторого множества физических величин классифицируется в соответствии с однородностью (или неоднородностью) измеряемых величин.

При **совокупных измерениях** осуществляется измерение нескольких одноименных величин.

Совместные измерения подразумевают измерение нескольких неоднородных величин, например, для нахождения зависимости между ними.

При измерениях для отображения результатов могут быть использованы разные оценочные шкалы, в том числе градуированные либо в единицах измеряемой физической величины, либо в различных относительных единицах, включая и безразмерные. В соответствии с этим принято различать **абсолютные** и **относительные** измерения.

По числу повторных измерений одной и той же величины различают **однократные** и **многократные** измерения, причем многократные неявно подразумевают последующую математическую обработку результатов.

В зависимости от точности измерения делят на **технические** и **метрологические**, а также на **равноточные** и **неравноточные**, **равнорассеянные** и **неравнорассеянные**.

Технические измерения выполняют с заранее установленной точностью, иными словами, погрешность технических измерений не должна превышать заранее заданного значения.

Метрологические измерения выполняют с максимально достижимой точностью, добиваясь минимальной погрешности измерения.

Оценка **равноточности** и **неравноточности**, **равнорассеянности** и **неравнорассеянности** результатов нескольких серий измерений зависит от

выбранной предельной меры различия погрешностей или их случайных составляющих, конкретное значение которой определяют в зависимости от задачи измерения.

Статические и **динамические измерения** правильнее характеризовать в зависимости от соизмеримости режима восприятия входного сигнала измерительной информации и его преобразования. При измерении в статическом (квазистатическом) режиме скорость изменения входного сигнала несоизмеримо ниже скорости его преобразования в измерительной цепи и все изменения фиксируются без дополнительных динамических искажений. При измерении в динамическом режиме появляются дополнительные (динамические) погрешности, связанные со слишком быстрым изменением самой измеряемой физической величины или входного сигнала измерительной информации от постоянной измеряемой величины.

Различают два основных метода измерений: **метод непосредственной оценки** и **метод сравнения с мерой**. При использовании **метода непосредственной оценки** значение измеряемой физической величины определяют непосредственно по отсчетному устройству прибора прямого действия. Прибор осуществляет преобразование входного сигнала измерительной информации, соответствующего **всей** измеряемой величине, после чего и происходит оценка ее значения.

Метод сравнения с мерой характеризуется тем, что прибор (компаратор) сравнивает измеряемую величину с аналогичной известной величиной, воспроизводимой мерой. Овеществленную меру, воспроизводящую с выбранной точностью физическую величину определенного (близкого к измеряемой) размера используют **в явном виде**. Примерами используемых мер являются гири, концевые меры длины или угла и т.д.

Метод сравнения с мерой реализуется в нескольких разновидностях:

- **дифференциальный и нулевой методы,**

- *метод совпадений*,

- *методы замещения и противопоставления*.

Дифференциальный метод измерений – метод сравнения с мерой, в котором на измерительный прибор воздействует *разность* измеряемой величины и известной величины, воспроизводимой мерой.

Нулевой метод измерений – метод сравнения с мерой, в котором *результатирующий эффект* воздействия величин на прибор сравнения (компаратор) *доводят до нуля*.

Метод совпадений – метод сравнения с мерой, в котором значение измеряемой величины оценивают, используя совпадение ее с величиной, воспроизводимой мерой (т.е. с фиксированной отметкой на шкале физической величины). Для оценки совпадения используют прибор сравнения или органолептику, фиксируя появление определенного физического эффекта (стробоскопический эффект, совпадение резонансных частот и др.).

В зависимости от одновременности или неодновременности воздействия на прибор сравнения измеряемой величины и величины, воспроизводимой мерой, различают методы *замещения* и *противопоставления*.

Метод замещения – метод сравнения с мерой, в котором измеряемую величину замещают известной величиной, воспроизводимой мерой, то есть эти величины воздействуют на прибор *последовательно*.

Метод противопоставления – метод сравнения с мерой, в котором измеряемая величина и величина, воспроизводимая мерой, *одновременно* воздействуют на прибор сравнения, с помощью которого устанавливается соотношение между этими величинами.

Примеры:

– измерение диаметра цилиндрической поверхности детали штангенциркулем в одном сечении – прямое абсолютное однократное (возможно и многократное) статическое измерение, выполняемое методом непосредственной оценки;

– нахождение значения угла по результатам измерений его сторон – измерение косвенное, при котором осуществляются прямые абсолютные статические измерения линейных величин, методы их измерений зависят от конкретной выбранной реализации.

– определение коэффициента линейного расширения материала по результатам измерений длины образца при различных температурах – косвенное измерение искомой величины, требующее совместных прямых измерений нескольких физических величин. Методы измерений зависят от конкретной выбранной реализации. Измерения могут осуществляться в статическом или динамическом режимах.

Для оценки метода измерений предлагается ответить на вопросы в такой последовательности:

а) применяется ли в явном виде мера для воспроизведения физической величины, близкой к измеряемой?

б) измеряются ли значения отклонений физической величины от известного значения меры?

в) осуществляется ли одновременное воздействие меры и измеряемого объекта на прибор сравнения (компарирующее средство измерений)?

Положительный ответ на первый вопрос позволяет утверждать, что применяется метод сравнения с мерой. Если при этом значение разности измеряемой величины и меры доводится до нуля, реализуется нулевой метод измерений (иногда его называют методом полного уравнивания), а если разность этих значений алгебраически суммируется со значением меры – дифференциальный метод.

Если в ходе измерения мера и измеряемый объект последовательно воздействуют на вход средства измерений (СИ), "замещая" друг друга, реализуется метод замещения. Например, измерительная головка на стойке настраивается по плоскопараллельной концевой мере длины, после чего мера убирается и заменяется контролируемой деталью. Некоторые приборы (весы, измерительные мосты и др.) обеспечивают возможность одновременного

воздействия меры и измеряемой физической величины, реализуя метод противопоставления.

6. **Изучение методов поверки и калибровки СИ (2 час.)**

Первичная поверка. Периодическая поверка. Внеочередная поверка. Инспекционная поверка. Организация и порядок проведения поверки. Свидетельство о поверке. Извещение о непригодности к применению. График поверки средств измерений.

7. **Единицы величин, их эталоны и классификация измеряемых величин (2 час.)**

Принципы разделения величин на основные и производные. Система единиц СИ: основные и дополнительные единицы и их определения. Кратные и дольные единицы. Формирование единиц и размерностей производных единиц. Классификация измеряемых величин. Эталоны и стандартные образцы.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ (Для тем – 6, 7)

Измерение – нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств (ГОСТ 16263 -70).

Результат измерений получают с некоторой погрешностью. Для предварительной (качественной) оценки значения и характера погрешности используют такие наиболее общие свойства измерений, как ***точность, правильность, сходимост*** и ***воспроизводимост*** измерений.

Точность измерений – качество измерений, отражающее близость их результатов к истинному значению измеряемой величины.

Примечания:

1. Высокая точность измерений соответствует малым погрешностям всех видов, как систематических, так и случайных.

2. Количественно точность может быть выражена обратной величиной модуля относительной погрешности.

Правильность измерений – качество измерений, отражающее близость к нулю систематических погрешностей в их результатах.

Сходимость измерений – качество измерений, отражающее близость друг к другу результатов измерений, выполняемых в одинаковых условиях.

Воспроизводимость измерений – качество измерений, отражающее близость друг к другу результатов измерений, выполняемых в различных условиях (в различное время, в различных местах, разными методами и средствами).

Единство измерений – состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах и погрешности измерений известны с заданной вероятностью.

Единообразии средств измерений – состояние средств измерений, характеризующееся тем, что они проградуированы в узаконенных единицах и их метрологические свойства соответствуют нормам.

Многократные измерения (измерения с многократными наблюдениями) одной и той же физической величины с использованием одной методики выполнения измерений (МВИ) называют "**серией измерений**". В качестве оценки сходимости измерений одной серии может быть использован такой параметр, как размах результатов многократных измерений $R' = X_{\max} - X_{\min}$.

Геометрическое представление о размахе R' результатов измерений можно получить на **точечной диаграмме** результатов многократных измерений физической величины, которая строится в координатной системе "результаты наблюдений при измерениях X_i – номер измерения n " в любом удобном масштабе (рис. 1). Идеальная точечная диаграмма (рис. 1а) представляет собой множество точек на одной высоте, и ее можно аппроксимировать прямой, параллельной оси абсцисс, причем все результаты не имеют отклонений от этой прямой.

На рисунках 1б, в приведены диаграммы, которые отличаются от идеальных из-за наличия погрешностей в результатах измерений. Погрешности всех видов ограничивают определенность результатов измерений, причем мерами неопределенностей выступают размахи результатов в сериях. На рис. 1б наблюдается заметное отсутствие сходимости результатов в серии, то есть рассеяние результатов наблюдений относительно возможной горизонтальной аппроксимирующей линии.

Наличие устойчивой тенденции изменения (увеличения) результатов измерений на рис. 1в свидетельствует о влиянии на результаты измерений некоторых систематических факторов, вызывающих систематические погрешности в серии (имеется очевидное нарушение правильности измерений). На этой точечной диаграмме проведена наклонная аппроксимирующая линия, соответствующая наблюдаемой тенденции. **Две эквидистанты фиксируют максимальные отклонения результатов от аппроксимирующей линии**, поскольку проведены через наиболее удаленные от нее точки. На диаграмме показаны два значения рассеяния результатов – **общее (R')**, вызванное комплексным влиянием

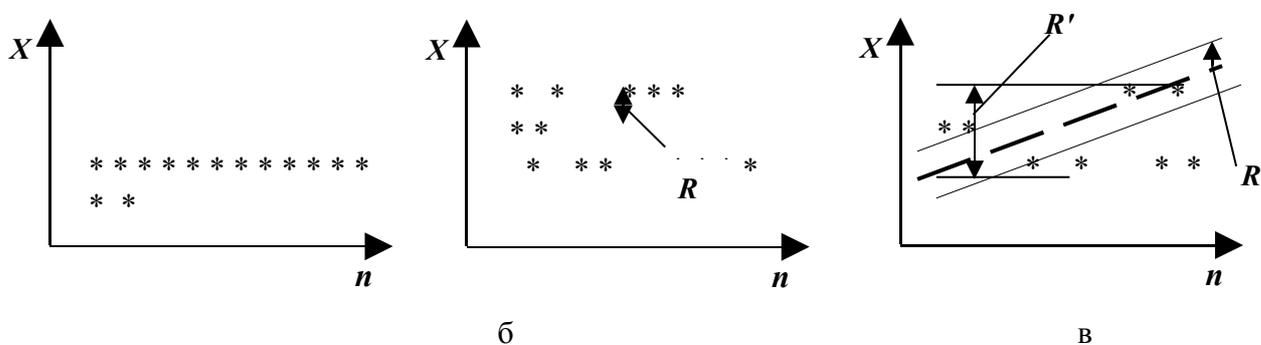


Рис.1. Точечные диаграммы результатов измерений с многократными наблюдениями

систематических и случайных воздействий, и освобожденное от систематического влияния рассеяние (R), **вызванное случайными отклонениями** результатов от аппроксимирующей линии.

Выполнение нескольких серий измерений одной и той же физической величины с использованием разных методик выполнения измерений

позволяет оценить воспроизводимость измерений в разных сериях. При наличии сравнительно грубой и заведомо более точной МВИ можно получить предварительную оценку систематических постоянных погрешностей, присущих менее точной МВИ.

На рис.2 представлены точечные диаграммы двух серий измерений одной и той же физической величины. Диаграммы построены в одной координатной сетке и *с одинаковым масштабом*, что позволяет непосредственно сопоставить их размахи. Очевидно, что наблюдается низкая воспроизводимость измерений при использовании двух разных МВИ, поскольку не совпадают как средние значения, так и размахи в сериях. Можно предположить, что вторая МВИ точнее первой, поскольку во второй серии рассеяние результатов практически отсутствует ($R2 \approx 0$). Можно также предположить, что правильность измерений во второй серии выше, хотя утверждать это без дополнительной информации нельзя (теоретически рассуждая, нельзя исключить, что истинное значение измеряемой физической величины ближе к среднему значению первой серии).

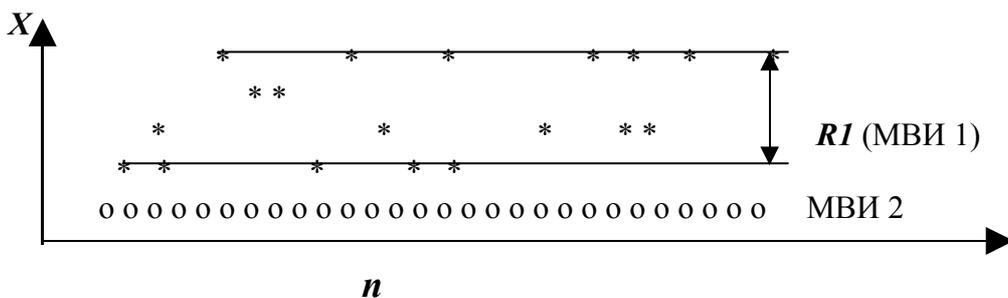


Рис.2. Точечные диаграммы двух серий многократных измерений

8. Техническое регулирование (2 час.)

Изучить основные понятия, устанавливаемые Законом РФ «О техническом регулировании»: техническое регулирование, безопасность

продукции, риск, технический регламент, стандартизация, стандарт, международный стандарт, национальный стандарт.

Познакомиться с принципами и задачами технического регулирования, ролью стандартизации в организационной системе технического регулирования. Изучить порядок разработки, принятия, изменения и отмены технического регламента. Изучить порядок и утверждение национального стандарта. Какая роль в ФЗ отведена государственному контролю (надзору) за соблюдением требований технических регламентов. Органы государственного контроля (надзора), объекты государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов, полномочия и ответственность органов государственного контроля (надзора).

9. Основные нормативные документы по стандартизации (2 час.)

Знакомство с основными нормативными документами по стандартизации, с их требованиями: Закон РФ от 27.12.2002 г. № 184 «О техническом регулировании», Государственная система стандартизации (ГОСТ Р 1.0-92, ГОСТ Р 1.2-92, ГОСТ Р 1.4-93, ГОСТ Р 1.5-2002, ГОСТ Р 2.114-95), Государственные стандарты: Указатель 2003 г. (1, 2, 3 т.), Перечень классификаторов. Общероссийский классификатор стандартов (ОКС). Группа 13 – Охрана окружающей среды, защита человека от воздействия окружающей среды, безопасность.

10. Технические регламенты (2 час.)

Рассмотреть технические регламенты, которые вступили в действие и какие нормативные документы они отменяют. Какие проекты технических регламентов находятся в разработке. Выделить Технические регламенты действующие по предметной области.

11. Изучение ГОСТ 7.32-2001 Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. (2 час.)

Изучить основные положения ГОСТ по оформлению курсовых и дипломных работ: структурные элементы, основная часть, нумерация, оформление рисунков, таблиц и формул, нормативные ссылки, приложения.

12. Знакомство с серией ГОСТ ИСО 14000 (2 час.)

ГОСТ 14001-98 Система управления окружающей средой. Требования и руководство по применению. ГОСТ 14004-98 Система управления окружающей средой. Общие руководящие указания по принципам, системам и средствам обеспечения функционирования. ГОСТ 14031-98, 14040-98, 14041-98 Система управления окружающей средой. Оценивание экологической эффективности. Общие требования. Оценка жизненного цикла. Определение цели, области исследования и инвентаризационный анализ.

13. Подтверждение соответствия качества продукции (2 час.)

Ознакомиться с основными положениями, целями, принципами сертификации, изложенные в законе РФ «О техническом регулировании», Постановлении от 06.02.2001 г. № 13 “Об утверждении правил сертификации” продукции текстильной и легкой промышленности, “Порядок принятия декларации о соответствии и ее регистрации”, утвержденный постановлением Правительства РФ от 07.07.1999 г. № 776 (в ред. постановления Правительства РФ от 08.05.2002 г. № 302).

14. Изучение схем и порядок сертификации продукции (2 час.)

Изучение схем сертификации продукции, их особенности и условия применения, порядок проведения сертификации продукции. Приобрести навыки оформления документов, заполняемых при сертификации продукции и декларировании соответствия продукции.

Изучение схем сертификации, особенности каждой и условия применения к конкретному виду продукции или производству. Порядок

проведения обязательной сертификации продукции. Рассмотреть формы «Заявка на проведение сертификации продукции», «Решение по заявке на проведение сертификации продукции».

15. Испытательные лаборатории (2 час.)

Аккредитация испытательных лабораторий. Порядок исследования испытательных образцов. Штат испытательных лабораторий. «Акт отбора образцов», «Направление в аккредитованную испытательную лабораторию», «Протокол испытаний продукции». Постановление Госстандарта РФ от 21.09.1994 г. № 15 “Об утверждении порядка проведения сертификации продукции в РФ” (в ред. постановления Госстандарта РФ от 24.10.2000 г. № 71).

16. Сертификат соответствия, декларация соответствия, знаки соответствия (2 час.)

Ознакомиться с формой сертификата соответствия, декларацией соответствия. Рассмотреть сертификаты обязательной системы сертификации и добровольной системы сертификации. Знаки соответствия двух системах сертификации. Какие документы являются основанием выдачи сертификата.

Федеральное агентство по образованию Российской Федерации
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Инженерно-физический факультет

Р.Д. Редозубов

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ

Самостоятельная работа студентов (включая РГР)

Благовещенск

2007

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА – 34 часа.

Под самостоятельной работой студентов подразумевается:

1. Выполнение РГР – 10 час.

РГР включает 5 задач по разделу «Метрология»

Литература

Н.В. Калита. Метрология. Варианты заданий к РГР. Изд-во АмГУ, 2001.

Примерный вариант задания на РГР:

1. Имеется резистор 5,1 Мом, через который протекает ток, равный 200мкА. Максимальное значение мощности рассеяния P для резистора $P_{\max}=250$ мВт. Рассчитать значение P для данного тока и сравнить с P_{\max} , а также рассчитать с точностью до единиц микроампер максимально возможное значение тока I_{\max} , соответствующее P_{\max} .
2. Измеренное значение сопротивления $R = 100,0$ Ом. Предел допускаемой относительной погрешности $\delta_n = 1,0$ %. Найдите интервал, в котором должно находиться R_n – истинное значение сопротивления.
3. Имеется три средства измерения: СИ1, СИ2, СИ3. Обозначение их классов точности, соответственно – 1,0; 0,2; 0.1/0,05. Представьте для каждого из этих средств измерений выражения предельных значений основной абсолютной, основной относительной и основной приведенной погрешностей. При этом значение измеряемой величины обозначьте как x , а нормирующее значение как x_N .
4. Требуется выбрать один из двух диапазонов измерения

магнитоэлектрического вольтметра класса точности 1,0 – (0...15)В и (0...30)В, так чтобы минимизировать максимальную, без учета знака, погрешность измерения напряжения, значение которого близко к 10 В. Измерения проводятся при нормальных условиях, погрешность отсчитывания пренебрежимо мала, выходное сопротивление источника напряжения $R_{и}$ не превышает 20 Ом (возможны варианты по заданию), ток полного отклонения для указанных диапазонов измерения $I_{п.о.}=3\text{мА}$?

5. Выполняется косвенное измерение индуктивности катушки L . Используется следующая расчетная формула: $L=U/(2\pi fI)$, где U , I – измеренные действующие значения напряжения на катушке и тока, протекающего по ней, f – частота. При этом не учитывается активное сопротивление катушки R (что приводит к погрешности метода).

Как должна быть ограничена частота f для того, чтобы относительная погрешность метода не превышала 0,5%, если значения индуктивности и сопротивления приблизительно равны соответственно 1 мГн и 63 Ом?

2. На самостоятельное изучение студентам предлагается рассмотреть стандарты по:

7. Охране окружающей среды – 6 час.
8. защите от пожаров – 6 час.
9. защите от радиационного излучения – 6 час.
10. Борьбе с несчастными случаями и катастрофами – 6 час.

Федеральное агентство по образованию Российской Федерации
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Инженерно-физический факультет

Р.Д. Редозубов

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ

Вопросы к зачету

Благовещенск
2007
ВОПРОСЫ НА ЗАЧЕТ

1. Что такое метрология?
2. Что такое измерение?
3. Назовите виды измерений.
4. Что такое погрешность измерений?
5. Виды погрешностей.
6. Что такое средства измерений и его виды?
7. Дайте понятие меры.
8. Что такое измерительный преобразователь?
9. Что такое измерительный прибор?
10. Что такое измерительная информационная система?
11. Что такое измерительная установка?
12. Что понимают под чувствительностью средства измерения?
13. Что такое цена деления?
14. Что такое погрешность средства измерения?
15. Назовите основы метрологического обеспечения.
16. Что составляет техническую основу метрологического обеспечения?
17. Что лежит в правовой основе метрологического обеспечения?
18. Что такое эталоны единиц физических величин?
19. Что такое поверка средств измерений?
20. Когда проводят внеочередную поверку средств измерения?
21. Какие поверочные схемы бывают?
22. Что такое стандартизация?
23. Назовите цели стандартизации.

24. Основные принципы стандартизации.
25. Основные принципы технического регулирования.
26. Что такое объект стандартизации?
27. Назовите уровни стандартизации.
28. Какие нормативные документы рекомендованы ИСО/МЭК?
29. Что такое стандарт и его виды?
30. Что такое технический регламент и его виды?
31. Что такое Регламент?
32. Что такое Положение?
33. Назовите разновидности нормативных документов, действующих в Российской Федерации.
34. Что такое национальные стандарты?
35. Что такое стандарты организаций?
36. Что такое Правила по стандартизации (ПР) и Технические условия (ТУ)?
37. Что такое основополагающие стандарты?
38. Что такое Стандарты на продукцию?
39. Что такое стандарты на методы контроля (испытаний, измерений, анализа)?
40. Правовые основы стандартизации.
41. Какие функции выполняет стандартизация в условиях рыночных отношений?
42. Назовите перспективы вступления России в ВТО.
43. Назовите основные задачи Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.
44. Какие функции выполняют технические комитеты (ТК)?
45. Назовите порядок осуществления государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов.
46. Структура Федерального агентства по регулированию стандартизации и метрологии

47. Международные организации по стандартизации.
48. Сфера деятельности и задачи ИСО. Организационная структура ИСО.
49. Задачи, решаемые МЭК.
50. Национальные организации по стандартизации
51. Региональные организации по стандартизации
52. Что такое сертификация?
53. Что называется оценкой сертификации?
54. Формы сертификации в России.
55. Добровольная сертификация в России.
56. Системы обязательной сертификации в России.
57. Схемы сертификации.
58. Орган сертификации
59. Требования к испытательным лабораториям.
60. Что такое сертификат соответствия и знак соответствия?
61. Что такое знак обращения на рынке?
62. Организационные и методические принципы сертификации.
63. Правила проведения работ в области сертификации.
64. Порядок проведения сертификации.
65. Новые аспекты аккредитации в ФЗ "О техническом регулировании"
66. Основные принципы аккредитации
67. Требования к аккредитованной организации.
68. Обязанности и основные функции органа по сертификации.
69. Для чего необходимы между-лабораторные сравнительные испытания?
70. Основные принципы сертификации систем качества.
71. Что такое ИСО 9000?
72. Основные направления деятельности КАСКО.
73. Международные организации по сертификации.