




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО


Руководитель образовательной
программы


Дорогов Е.Ю.

(подпись) (И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Директор Департамента
энергетических систем


Штым К.А.

(подпись) (И.О. Фамилия)

«22»декабря_2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Метрология и электротехнические измерения
Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Инжиниринг электроэнергетических систем
Форма подготовки: очная

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Минобрнауки России от 28 февраля 2018 г. №144.

Директор департамента
Составители: к.т.н., доцент

К.А. Штым
Ю.М. Горбенко

Владивосток
2022

Оборотная сторона титульного листа РПД

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента энергетических систем и утверждена на заседании Департамента энергетических систем, протокол от «22» декабря 2022 г. № 4

2. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «___» _____ 20__ г. № _____

3. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «___» _____ 20__ г. № _____

4. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «___» _____ 20__ г. № _____

5. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «___» _____ 20__ г. № _____

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели:

- теоретическая подготовка студентов к практической деятельности в области метрологии, стандартизации и сертификации;
- формирование у выпускников: системного представления о принципах и методах проведения поверочных работ;
- умения оценивать погрешности измерений и применять методы обработки результатов измерений при наличии случайных и систематических погрешностей;
- научить основным положениям государственной системы стандартизации и сертификации;
- научить основным положениям закона РФ об обеспечении единства измерений, правовым основам стандартизации, правилам и порядке проведения сертификации;
- научить методам, правилам и положениям, требованиям и нормам научно-технического, экономического и правового характера для измерения, испытания и аттестации средств измерений и измерительных лабораторий; научить организационным, научным, методическим и правовым основам метрологического обеспечения, стандартизации и сертификации; научить основным положениям закона «О техническом регулировании».

Задачи:

- научить организационным, научным, методическим и правовым основам метрологического обеспечения;
- научить организационным, научным, методическим и правовым основам стандартизации;
- научить организационным, научным, методическим и правовым основам сертификации.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной

программы, характеризуют этапы формирования общепрофессиональных компетенций. Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Общепрофессиональные компетенции выпускников

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Теоретическая и практическая профессиональная подготовка	ОПК-6 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	ОПК-6.1. Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность. ОПК-6.2. Демонстрирует знания методик в организации измерений основных электрических величин, квалифицированного выбора наиболее эффективных методов и средств при организации измерений и испытаний, выбора типов и классов точности приборов в зависимости от поставленных измерительных задач.

Таблица 2 – Индикаторы достижения общепрофессиональных компетенций выпускников

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ОПК-6.1. Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность.	Знает основные понятия, термины и определения в области метрологии; средства измерения электрических и неэлектрических величин
	Умеет выбирать средства измерений электрических и неэлектрических величин, обрабатывать результаты измерений и оценивать их погрешность
	Владеет навыками выбора средств измерений, проведения измерений электрических и неэлектрических величин, обработки результатов измерений и оценки их погрешности
ОПК-6.2. Демонстрирует знания методик в организации измерений основных электрических величин, квалифицированного выбора наиболее эффективных методов и средств при организации измерений и испытаний, выбора типов и классов точности приборов в зависимости от поставленных измерительных задач.	Знает методы организации измерений основных электрических величин
	Умеет различать наиболее эффективные методы и средства при организации измерений и испытаний. Владеет навыками проведения измерений основных электрических величин

II. ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов). Форма обучения – очная.

Структура дисциплины, виды учебных занятий и работы обучающегося представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Виды учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лаб	Лабораторные работы
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации
ОК	Онлайн-курс

Таблица 4 – Структура дисциплины

№	Наименование дисциплины	С е м е с т р	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Конт роль	
1	Метрология и электротехнические измерения	3	36	18	18	-	81	27	экзамен
Итого:		3	36	18	18	-	81	27	экзамен

III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (36 часов)

Тема 1. Введение. Основные определения и термины. Классификация измерений. (4 час.)

Метрология, стандартизация и сертификация – состояние и перспективы развития. История развития метрологии. Метрологические определения. Классификация измерений.

Тема 2. Классификация средств измерений. Передача размера единиц от эталонов образцовым и рабочим средствам измерений. Классификация измерительных приборов. Занятие проводится с использованием метода интерактивного обучения – «дискуссия» (4 час.)

Эталоны. Средства измерений и их классификация. Измерительные приборы и их классификация.

Тема 3. Метрологические характеристики средств измерений. Погрешности. Средства измерений. Класс точности. (4 час.)

Средства измерений и их классификация. Метрологические характеристики средств измерений. Классификация погрешностей. Способы нормирования класса точности.

Тема 4. Систематические погрешности и способы их уменьшения. Случайные погрешности измерений и способы их описания. Занятие проводится с использованием метода интерактивного обучения – «дискуссия» (4 час.)

Способы исключения систематических погрешностей. Аналитическое описание случайных погрешностей и методики их исключения.

Тема 5. Правовые основы метрологической деятельности. Государственная метрологическая служба РФ. Основы метрологического обеспечения. Государственная система обеспечения единства измерений. Занятие проводится с использованием метода интерактивного обучения – «дискуссия» (4 час.)

Положения закона «Об обеспечения единства измерений». Правовые основы метрологической деятельности. Государственная метрологическая служба. Метрологическое обеспечение.

Тема 6. Исторические основы развития стандартизации и сертификации. Роль стандартизации в повышении качества продукции. Цель и принципы стандартизации. Методы стандартизации. (час.)

История развития стандартизации. Основные понятия стандартизации. Сущность стандартизации. Цель, принципы и методы стандартизации.

Тема 7. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов. Научная база стандартизации. Основные положения государственной системы стандартизации (ГСС). Международная организация по стандартизации (ИСО). (4 час.)

Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов. Государственная система стандартизации. Международные и региональные организации по стандартизации.

Тема 8. Основные цели и объекты сертификации. Термины и определения в области сертификации. Качество продукции и защита потребителя. Схемы и системы сертификации. (4 час.)

Основные термины и понятия. Цели и принципы подтверждения соответствия. Схемы и системы сертификации.

Тема 9. Правила и порядок проведения сертификации. Органы по сертификации и испытательные лаборатории. Аккредитация органов по сертификации и испытательных (измерительных) лабораторий. (4 час.)

Правила сертификации. Субъекты (участники) сертификации. Нормативная база сертификации. Проведение сертификации.

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Практические занятия (18 часов)

Занятие 1. Определение точности измерений при различных способах нормирования класса точности. Прямые и косвенные измерения. (1 час.)

1. Класс точности.
2. Способы его нормирования и обозначения.
3. Определение точности измерений при различных способах нормирования класса точности.
4. Прямые и косвенные измерения.

Занятие 2. Систематические погрешности. Случайные погрешности (1 час.)

1. Систематические погрешности и способы их исключения.
2. Аналитическое описание случайных погрешностей.
3. Алгоритм обработки результатов прямых измерений.

Занятие 3. Обработка результатов прямых равноточных измерений (1 час.)

1. Проверка гипотезы нормального распределения.

2. Исключение грубых погрешностей.
3. Доверительный интервал.

Занятие 4. Обработка результатов прямых равноточных и неравноточных измерений (1 час.)

1. Решение комплексных задач по обработке результатов прямых измерений с учетом регламентированного алгоритма.

Занятие 5. Обработка результатов косвенных измерений (1 час.)

1. Косвенные измерения.
2. Методика обработки результатов измерений.

Занятие 6. Основные положения закона «Об обеспечении единства измерений» (1 час.)

1. Основные положения закона «Об обеспечении единства измерений»

Занятие 7. Совокупные и совместные измерения (1 час.)

1. Совокупные измерения.
2. Совместные измерения.
3. Методика обработки результатов совокупных и совместных измерений.

Занятия 8. Основные положения закона «О техническом регулировании» в области стандартизации (1 час.)

1. Основные положения закона «О техническом регулировании» в области стандартизации.

Занятия 9. Основные положения закона «О техническом регулировании» в области сертификации (1 час.)

1. Основные положения закона «О техническом регулировании» в области сертификации.

Занятие 10. Основные характеристики электроизмерительных приборов (1 час.). Практическое занятие с использованием методов интерактивного обучения – коллективное решение задачи.

1. Класс точности.
2. Основные характеристики электроизмерительных приборов.
3. Погрешности измерений.
4. Оценка точности прямых измерений.

Занятие 11. Косвенные измерения (1 час.). Практическое занятие с использованием методов интерактивного обучения – коллективное решение задачи.

1. Формула измерений.
2. Оценка результатов точности косвенных измерений.
3. Обсуждение целесообразности проведения косвенных измерений.

Занятие 12. Измерение тока и напряжения (1 час.). Практическое занятие с использованием методов интерактивного обучения – коллективное решение задачи.

1. Измерение тока и напряжения.
2. Обсуждение целесообразности применения измерительных приборов в зависимости от поставленной задачи.

Занятие 13. Измерение сопротивлений (1 час.). Практическое занятие с использованием методов интерактивного обучения – коллективное решение задачи.

1. Измерение сопротивлений с помощью омметров: электромеханических, электронных, цифровых.
2. Измерение сопротивлений с помощью одинарных и двойных мостов.
3. Измерение сопротивлений с использованием косвенных методов.

Занятия 14. Измерение мощности и энергии (1 час.). Практическое занятие с использованием методов интерактивного обучения – коллективное решение задачи.

1. Измерение мощности и энергии.
2. Ваттметры.
3. Особенности измерения мощности и энергии в трехфазных цепях.
4. Счетчики электрической энергии.

Занятия 15. Измерение параметров реактивных элементов (час.). Практическое занятие с использованием методов интерактивного обучения – коллективное решение задачи.

1. Измерение параметров индуктивности.
2. Измерение параметров емкости.

Занятие 16. Электронные вольтметры (1 час.). Практическое занятие с использованием методов интерактивного обучения – коллективное решение задачи.

1. Электронные вольтметры.
2. Оценка результатов измерений при несоответствии условий преобразования и градуировки.

Занятия 17. Выбор средств измерений (1 час.). Практическое занятие с использованием методов интерактивного обучения – коллективное решение задачи.

1. Выбор средств измерений (измерительных приборов и масштабных преобразователей) для создания измерительной установки измерения мощности в трехфазной цепи.

Занятие 18. Измерение неэлектрических величин (1 час.).

Практическое занятие с использованием методов интерактивного обучения – коллективное решение задачи.

1. Измерение неэлектрических величин.
2. Измерительные преобразователи.
3. Принципы построения измерительных преобразователей.
4. Оценка точности.

Самостоятельная работа (81 часа)

Метрология и электротехнические измерения (54 часа)

1. Подготовка к блиц-опросу на лекции.
2. Подготовка к тестированию.
3. Выполнение индивидуальных домашних заданий по темам:
 - 3.1. общие свойства показывающих приборов;
 - 3.2. однофазный счетчик электрической энергии;
 - 3.3. измерение сопротивлений;
 - 3.4. измерение сдвига фаз;
 - 3.5. измерение мощности в трехфазных цепях;
 - 3.6. измерение параметров катушки и конденсатора;
 - 3.7. измерение неэлектрических величин;
 - 3.8. измерение магнитных величин;
 - 3.9. измерение частоты.

Подготовка к экзамену (27 часов)

1. Повторение пройденного в рамках дисциплины материала.
2. Подготовка к промежуточной аттестации в соответствии с вопросами к экзамену.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Метрология и электротехнические измерения» включает в себя:

- характеристику заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

Характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению

Варианты ИДЗ представляют собой вопросы и задачи по теме занятия, которые выдаются на бригаду из 3-х человек.

Варианты ИДЗ выдаются в виде рефератов.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

✓ 10-9 баллов выставляется студентам бригады, если они выполняют все пункты задания и все задачи. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно. При защите студенты отвечают на все вопросы преподавателя.

✓ 8-7 - баллов – работа выполнена полностью; допущено не более 1 ошибки при решении задач. При защите студенты отвечают на все вопросы преподавателя.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Результаты реферативной работы студент выполняет в виде письменного отчета. Реферат является документом студента, в котором раскрыта тема индивидуального задания и приведены подробные сведения об изучаемом объекте.

Изложение в реферате должно быть сжатым, ясным и сопровождаться цифровыми данными, схемами, чертежами, графиками и диаграммами. Цифровой материал необходимо оформлять в виде таблиц. Сложные и громоздкие схемы, конструктивные чертежи могут быть оформлены как приложения к реферату с обязательной ссылкой на них в тексте.

Материал в реферате представляется в следующей последовательности:

- титульный лист;
- содержание;
- введение;
- материал по теме индивидуального задания;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Материалы реферата должны быть изложены последовательно, лаконично, логически связаны. Реферат выполняется на компьютере на одной стороне листа формата А4. Таблицы и схемы могут быть выполнены на листах иного формата, но должны быть аккуратно сложены по формату А4.

Реферат может состоять из двух частей: основной и приложений. Объем основной части отчета составляет не более 15-20 страниц. Вторая часть представляет собой приложения к отчету и может включать схемы, чертежи, графики, таблицы, документацию предприятия и т.д.

Основная часть и приложения к реферату нумеруются сплошной нумерацией. Титульный лист не нумеруется. На следующем листе ставится

номер «2». Номер проставляется арабскими цифрами в нижнем правом углу страницы.

Допускается использование цветных рисунков, схем и диаграмм.

Текст оформляется в соответствии с требованиями делопроизводства, печатается через 1,5 интервала. Сверху страницы делается отступ 20 мм, слева – 25 мм, справа – 15 мм, снизу – 20 мм. Абзацные отступы должны быть равны 5 знакам.

Текст должен быть разделен на разделы и подразделы (заголовки 1-го и 2-го уровней), в случае необходимости – пункты, подпункты (заголовки 3-го и 4-го уровней). Заголовки должны быть сформулированы кратко. Все заголовки иерархически нумеруются.

Основной текст, следует набирать шрифтом Times New Roman с обычным начертанием. Заголовки 1-го и 2-го уровней следует набирать с полужирным начертанием, заголовки 3-го и 4-го уровней – обычным. Названия рисунков и таблиц рекомендуется набирать 12 шрифтом с полужирным начертанием.

Приложения идентифицируются номерами или буквами, например «Приложение 1» или «Приложение А». На следующей строке при необходимости помещается название приложения, которое оформляется как заголовков 1-го уровня без нумерации. В раздел «СОДЕРЖАНИЕ» названия приложений, как правило, не помещают.

Студенты представляют на кафедру «Электроэнергетики и электротехники» рефераты во второй половине семестра, готовят краткое сообщение, которое докладывают на практических занятиях.

Реферат является одной из составляющих итоговой аттестации по дисциплине «Метрология и электротехнические измерения».

VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Таблица 5 – Контроль достижения целей курса

№ п/п	Контролируемые темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Общие свойства показывающих приборов	ОПК-6	<p>знает - основные физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы действия измерительных приборов;</p> <p>умеет - выбирать конкретные показывающие приборы;</p> <p>владеет - навыками подключения показывающих приборов и навыками их настройки</p>	2 –я неделя УО-1, ПР-6	Зачет вопросы 1-10
2	Однофазный счетчик электрической энергии	ОПК-6	<p>знает - основные физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы действия счетчиков электрической энергии;</p> <p>умеет - выбирать конкретный пункт установки средств контроля и измерения электрической энергии;</p> <p>владеет - навыками подключения средств контроля и измерения электрической энергии и навыками их настройки</p>	4 –я неделя УО-1, ПР-6	Зачет вопросы 11-20

3	Измерение сопротивлений	ОПК-6	<p>знает - основные физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы действия средств измерения сопротивления;</p> <p>умеет - выбирать конкретный пункт установки средств контроля и измерения сопротивления;</p> <p>владеет - навыками подключения средств контроля и измерения сопротивлений и навыками их настройки</p>	6 –я неделя УО-1, ПР-6	Зачет вопросы 21-30
4	Измерение сдвига фаз	ОПК-6	<p>знает - основные физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы действия фазометров;</p> <p>умеет - выбирать конкретный пункт установки средств контроля и измерения сдвига фаз;</p> <p>владеет - навыками подключения средств контроля и измерения сдвига фаз и навыками их настройки</p>	8 –я неделя УО-1, ПР-6	Зачет вопросы 31-40
5	Измерение мощности в трехфазных цепях	ОПК-6	<p>знает - основные физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы действия ваттметров;</p> <p>умеет - выбирать конкретный пункт установки средств контроля и измерения</p>	10 –я неделя УО-1, ПР-6	Зачет вопросы 41-50

			<p>мощности; владеет - навыками подключения средств контроля и измерения мощности и навыками их настройки;</p>		
6	Измерение параметров катушки и конденсатора	ОПК-6	<p>знает - основные физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы действия приборов измерения параметров катушки и конденсатора; умеет - выбирать конкретный пункт установки средств контроля и измерения параметров электрической цепи; владеет - навыками подключения средств контроля и измерения параметров электрической цепи и навыками их настройки;</p>	12 –я неделя УО-1, ПР-6	Зачет вопросы 51-60
7	Измерение неэлектрических величин	ОПК-6	<p>знает - основные физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы действия средств измерений неэлектрических параметров электрическими методами; умеет - выбирать конкретный пункт установки средств контроля и измерения неэлектрических величин; владеет - навыками подключения средств контроля и</p>	14 –я неделя УО-1, ПР-6	Зачет вопросы 61-70

			измерения неэлектрических величин и навыками их настройки		
8	Измерение магнитных величин	ОПК-6	знает - основные физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы действия приборов измерения магнитных величин; умеет - выбирать конкретный пункт установки средств контроля и измерения магнитных величин; владеет - навыками подключения средств контроля и измерения и навыками их настройки при измерении магнитных величин	16 –я неделя УО-1, ПР-6	Зачет вопросы 71-80
9	Измерение частоты	ОПК-6	знает - основные физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы действия частотомеров; умеет - выбирать конкретный пункт установки средств контроля и измерения частоты; владеет - навыками подключения средств контроля и измерения частоты и навыками их настройки	18-я неделя УО-1	Зачет вопросы 81-90

VII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Метрология : учебник / О.Б. Бавыкин, О.Ф. Вячеславова, Д.Д. Грибанов [и др.] ; под общ. ред. С.А. Зайцева. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. — 522 с. — Текст : электронный. — Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/1541964>
2. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов / И. А. Иванов, С. В. Урушев, Д. П. Кононов [и др.] ; Под редакцией И. А. Иванова и С. В. Урушева. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 356 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/208667>

Дополнительная литература

1. Атамалян Э.Г. Приборы и методы измерения электрических величин: Учеб. пособие для студ. вузов.- М.: Дрофа, 2005. – 415 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:354301&theme=FEFU>
2. Крылова Г.Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии: Учебник для вузов. _ 2-е изд., перераб. И доп. _ М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. - 711 с. - Режим доступа:
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:1690&theme=FEFU>
3. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: Учебник для вузов/ В.И. Нефедов, В.И. Хахин, Е.В. Федорова и др.; Под ред. В.И. Нефедова.- М.: Высш. шк., 2001. – 383 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:16676&theme=FEFU>
4. Основы метрологии и электрические измерения/ Под ред. Е.М. Душина.- Л.: Энергоатомиздат, 1987. – 480 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:381813&theme=FEFU>

5. Сергеев А.Г., Крохин В.В. Метрология: Учеб. пособие для вузов.: Логос, 2004. – 287 с. - Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:394839&theme=FEFU>

6. Тартаковский Д.Ф., Ястребов А.С. Метрология, стандартизация и технические средства измерений: Учеб. для вузов.- М.: Высш. шк., 2001. – 205 с. Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:404539&theme=FEFU>

7. Бовкун А.Н., Зубрицкий Э.В. Изменение пределов измерения логометра. Лабораторно-практическая работа.- Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2005.- 20 с. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/658/18658>

8. Ординарцева Н.П. Метрология + стандартизация + сертификация: Учебное пособие.- Пенза: Изд-во ПГУ, 2010.- 134 с. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/241/73241>

9. Ткалич В.Л., Лабковская Р.Я. Обработка результатов технических измерений: Учебное пособие.- СПб.: СПбГУ ИТМО, 2011.- 72 с. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/243/73243>

10. Хамханова Д.Н. Методические указания к выполнению контрольных работ по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация». Раздел «Метрология».- Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2004.- 18 с. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/466/18466>

11. Бовкун А.Н., Зубрицкий Э.В. Изменение пределов измерения логометра. Лабораторно-практическая работа.- Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2005.- 20 с. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/658/18658>

12. Ханхалаева И.А., Барнакова Н.К. Метрология, стандартизация и сертификация. Раздел «Стандартизация»: Методические указания.- Улан-Удэ: Издательство ВСГТУ, 2006.- 12 с. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/677/40677>

13. Шишкин И.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация. Ч.1: Метрология: Рабочая программа, задание на курсовую работу.- СПб.: СЗТУ, 2004.- 11 с. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/479/40479>

14. Веремеевич А.Н. Метрология, стандартизация и сертификация. Основы взаимозаменяемости. Курс лекций. – М.: МИСИС, 2004. – 99 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1852

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Научная электронная библиотека : [сайт]. – Москва, 2005. – URL: <https://www.elibrary.ru>. – Текст. Изображение : электронные.
2. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ : [сайт]. – Москва, 2011. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Текст: электронный.

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса используется следующее программное обеспечение: Microsoft Office (Access, Excel, PowerPoint, Word и т. д); программное обеспечение для выполнения математических расчётов Mathcad; программное обеспечение электронного ресурса сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

При осуществлении образовательного процесса используются следующие информационно справочные системы: ЭБС ДВФУ, профессиональная поисковая система JSTOR, электронная библиотека диссертаций РГБ, Научная электронная библиотека eLIBRARY, электронно-библиотечная система издательства «Лань», электронная библиотека "Консультант студента", электронно-библиотечная система IPRbooks, информационная система "ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам".

VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

На изучение дисциплины «Метрология и электротехнические измерения» отводится 72 часа аудиторных занятий и 81 час самостоятельной работы.

Для успешного освоения дисциплины основными формами обучения студента являются: изучение теоретического материала дисциплины на лекциях, в том числе с использованием компьютерных технологий; закрепление теоретического материала и решение задач по изучаемой теме на практических и лабораторных занятиях; самостоятельная работа над учебным материалом, которая состоит из следующих элементов: изучение материала по конспектам лекций, учебникам или учебным пособиям, решение типовых задач дисциплины в ходе выполнения индивидуальных домашних заданий (ИДЗ).

Основная цель аудиторных занятий – систематизация и структурирование знаний студента, рассмотрение наиболее важных и проблемных частей курса. Аудиторные занятия преимущественно носят обзорный и направляющий характер. Самостоятельная работа играет немаловажную роль в изучении дисциплины. Первым этапом изучения дисциплины и отдельных ее разделов является работа с конспектом и рекомендуемой литературой. Изучение дисциплины рекомендуется проводить поэтапно: рассматривая поочередно логически завершенные разделы курса, как правило, в литературе – это отдельные главы или параграфы. При работе с конспектом и литературой важно начать знакомство с базовой теоретической подготовки, внимательно и вдумчиво изучив основные понятия рассматриваемого раздела. Далее необходимо рассмотреть решение типовых задач раздела курса и попытаться решить аналогичные задания самостоятельно, выполняя ИДЗ. После изучения одного раздела курса, можно переходить к следующему. Благодаря систематической

самостоятельной работе и своевременному выполнению ИДЗ, студент имеет возможность получить зачет по рейтингу. При работе с электронным учебным курсом студент может обратиться к разделу «Конспекты лекций», где приведены не только теоретические сведения, но и приведены практические примеры. Благодаря своей краткости и доступности они помогают студенту быстрее ориентироваться в материале курса. Для более полного изучения курса «Измерительная техника в энергетике и метрология» в разделе «Список литературы» приведен перечень рекомендуемой для изучения основной и дополнительной литературы, изучение которого способствует расширению знаний студента.

Современные образовательные технологии предусматривают взаимосвязанную деятельность преподавателя и учащихся. При изучении данной дисциплины используются традиционные и интерактивные образовательные технологии:

- **лекции** (рассмотрение теоретического материала) с использованием мультимедийных технологий (презентации), диалог с аудиторией, устные блиц-опросы в начале лекции ориентированы на обобщение и определение взаимосвязи лекционного материала;

- **практические занятия** проводятся на основе совмещения коллективного и индивидуального обучения. На практических занятиях преподаватель рассматривает принципы построения информационно управляющих комплексов, их элементную базу. Осуществляется обсуждение масштабных преобразователей, измерительных приборов (аналоговых, электронных, цифровых, микропроцессорных). Оценивается практика осуществления типовой методики выполнения измерений электрической энергии и мощности; подготовка и выполнение измерений в электроустановках, оценка точности измерительной информации, правила оформления результатов измерений, погрешности измерений. Проводится расчет основных составляющих погрешностей.

Во второй части практического занятия студентам предлагается работать самостоятельно, выполняя задания по расчёту точности измерительной информации задания по домашней задаче темы практического занятия. Преподаватель контролирует работу студентов, отвечает на возникающие вопросы, подсказывает ход и методы решения. Последующая защита задания развивает навыки работы в коллективе, умение доказательно обосновывать свою речь, развивает коммуникативные и творческие навыки;

- **самостоятельная работа** в виде подготовки к рубежному тестированию и выполнению индивидуальных заданий направлена на закрепление материала, изученного в ходе лекций и практических занятий. Самостоятельная работа студентов в виде сообщений на семинаре основана на самостоятельном выборе обучающимися вопроса, который вызывает у него наибольший интерес, и позволяет расширить знания по изучаемой дисциплине.

По данной дисциплине разработаны учебные пособия, которые доступны в фондах НБ ДВФУ в соответствующем разделе:

1. Горбенко Ю.М. Метрология: учеб. пособие/ Ю.М. Горбенко, Н.В. Силин, А.Н. Шеин, В.С. Яблокова; Дальневост. федерал. ун-т.- Владивосток: Издат. дом Дальневост. федерал. ун-та, 2012.- 132 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:671926&theme=FEFU>

2. Горбенко Ю.М. Метрологическое обеспечение: учеб. пособие/ Ю.М. Горбенко, В.С. Яблокова; Дальневост. федерал. ун-т.- Владивосток: Издат. дом Дальневост. федерал. ун-та, 2012.- 100 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:674085&theme=FEFU>

3. Горбенко Ю.М., Сащенко А.Ю., Яблокова В.С. Стандартизация: учебное пособие/ Дальневосточный федеральный университет.- Владивосток: Издательский дом Дальневосточного федерального университета, 2014; номер государственной регистрации обязательного экземпляра электронного

издания 0321401288; регистрационное свидетельство № 35818.- 84 с.
[http://catalog.inforeg.ru/Inet/GetEzineByID/300660.](http://catalog.inforeg.ru/Inet/GetEzineByID/300660)

IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные и практические занятия по дисциплине «Метрология и электротехнические измерения» проходят в аудиториях, оборудованных компьютерами типа Lenovo C360G-i34164G500UDK с лицензионными программами Microsoft Office 2010, Microsoft Visual Studio 2013 и аудио-визуальными средствами проектор Panasonic DLPProjectorPT-D2110XE, плазма LG FLATRON M4716CCBAM4716CJ. Для выполнения самостоятельной работы студенты в жилых корпусах ДВФУ обеспечены Wi-Fi.

X. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств включает в себя:

- шкалу оценивания уровня сформированности компетенций с описанием индикаторов достижения освоения дисциплины согласно заявленным компетенциям (таблица 6);
- методические рекомендации, определяющие процедуру оценивания результатов освоения дисциплины;
- примеры решения типовых задач по обработке результатов прямых измерений;
- критерии оценки выполнения задач;
- типовые тестовые вопросы;
- критерии оценки тестирования;
- типовые экзаменационные билеты;

- критерии выставления оценки студенту на экзамене.

Таблица 6 – Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ОПК-6 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	знает (пороговый уровень)	основные параметры технологических процессов и метрологические характеристики средств измерений	как выявить главные параметры технологического процесса и основные метрологические характеристики средств измерений	какие метрологические характеристики необходимо учитывать при оценке качества технологического процесса
	умеет (продвинутой)	применять средства измерений для контроля параметров с заданной точностью	составить измерительный комплекс для выполнения производственной задачи	обосновать применяемые средства измерений в измерительном комплексе
	владеет (высокий)	методами выбора минимального количества параметров технологического процесса и способами оценки точности контроля этих параметров	навыками размещения средств измерений измерительного комплекса для обеспечения надежности его работы и достоверности результатов контроля	основными показателями, характеризующими достоверность измерительной информации измерительных комплексов; информацией о стандартизованных комплектующих блоках измерительного комплекса
	знает (пороговый уровень)	1. Фундаментальные законы электротехники, основных электротехнических устройств, их действия и применении. Базовые знания	Владение проводить наблюдения, выдвигать гипотезы и строить модели, практически использовать полученные знания ,	Способность использовать интеллектуальных и творческих способностей в процессе приобретения знаний и умений по электротехнике

		<p>для усвоения фундаментальных и прикладных знаний.</p> <p>2. Методы обработки результатов экспериментальных данных о свойствах материалов с использованием теории вероятностей и математической статистики</p>	<p>осмысливает и формирует решения в области метрологии и стандартизации</p> <p>Владение методами обработки результатов экспериментальных данных о свойствах материалов с использованием теории вероятностей и математической статистики</p>	<p>с использованием различных источников информации и современных информационных технологий электротехнических и конструкционных материалов..</p> <p>Способность сопоставлять методы обработки результатов экспериментальных данных о свойствах материалов с использованием теории вероятностей и математической статистики</p>
	умеет (продвинутой)	<p>1. Находить правильные решения при устранении элементарных неисправностей электрических цепей</p> <p>2. Анализировать и обобщать результаты экспериментов для разработки рекомендаций применения материалов, повышающих надежность работы электроэнергетических объектов и</p>	<p>Владение знаниями науки метрологии</p> <p>Знания анализа и обобщения результатов экспериментов для разработки рекомендаций применения материалов, повышающих надежность работы электроэнергетических объектов и электротехнического оборудования</p>	<p>Способность применить результаты экспериментальных данных в расчетах основных параметров электротехнических и конструкционных материалов</p> <p>Способность анализировать и обобщать результаты экспериментов для разработки рекомендаций применения материалов, повышающих надежность работы электроэнергети</p>

		электротехнического оборудования		ческих объектов и электротехнического оборудования
	владеет (высокий)	<p>1. Простейшие электрические схемы.</p> <p>Современными расчётами основных характеристик электротехнических и конструкционных материалов</p>	<p>Владение умением читать простейшие электрические схемы. решать задачи, связанные с использованием законов электротехники. Умение определять значение характеристик для контроля и измерения неэлектрических величин;</p>	<p>Способность экспериментально применять теоритические навыки для формирования решений в области электротехнического и конструкционного материаловедения.</p>
		<p>2. Методы статистической обработки результатов экспериментальных исследований электротехнических материалов;</p>	<p>Владение методами статистической обработки результатов экспериментальных исследований электрических и неэлектрических величин</p>	<p>Способность выполнять практические задания по исследованию электротехнических и конструкционных материалов</p> <p>Способность обрабатывать результаты экспериментов, владеть методами статистической обработки результатов экспериментальных исследований электротехнических материалов;</p>

Методические рекомендации, определяющие процедуру оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Измерительная техника в энергетике и метрология» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Измерительная техника в энергетике и метрология» проводится в форме контрольных мероприятий (устного опроса, защиты индивидуального домашнего задания, тестирования) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Каждому объекту оценивания присваивается конкретный балл. Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине и внесения данных в АРС. По окончании семестра студент набирает определенное количество баллов.

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Измерительная техника в энергетике и метрология» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Приведены примеры типовых задач по обработке результатов прямых и совокупных измерений (примеры взяты из учебного пособия, библиографические данные которого приведены в разделе «Основная литература»). Представлены задачи для самостоятельной работы над курсом и тесты.

Теоретическая работа над курсом проводится по материалам учебных пособий, библиографические данные которых приведены в разделе «Основная литература».

Примеры решения типовых задач по обработке результатов прямых измерений

Пример 1. Измерение тока дало следующие значения: 10,07; 10,08; 10,10; 10,12; 10,13; 10,15; 10,16; 10,17; 10,20; 10,40 А. Результат 10,40 А резко отличается от остальных. Проверить, содержится ли грубая погрешность. По формулам (3.15, 3.16) определим оценки среднеарифметического значения \bar{x} и среднеквадратического отклонения $\tilde{\delta}$:

$$\bar{x} = 10,16 \text{ А}, \quad \tilde{\delta} = 0,094 \text{ А}.$$

Рассчитаем коэффициент t_{10} по формуле (3.17)

$$t_{10} = \frac{x_{10} - \bar{x}}{\tilde{\sigma}} = \frac{10,4 - 10,16}{0,094} = 2,55.$$

Примем уровень значимости критерия ошибки $q = 1\%$. Из табл.3.3 находим предельное (граничное) значение коэффициента $t_{\Gamma} = 2,62$. Так как $t_{10} < t_{\Gamma}$, то наблюдения 10,4 А отбросить нельзя.

Пример 2. Проверить гипотезу о нормальности распределения небольшой группы наблюдений. Результаты наблюдений ($n = 24$) представлены в табл.3.8.

Пользуясь составным критерием, проверим, можно ли считать полученные данные реализациями случайной величины, имеющей нормальное распределение.

Результат наблюдений и расчета примера 2

Номер наблюдения n	Показание прибора x_i	Случайное Отклонение $U_i = (x_i - \bar{x}) \cdot 10^{-3}$	Квадрат случайного отклонения $U_i^2 \cdot 10^{-6}$	Номер наблюдения i	Показание прибора x_i	Случайное отклонение $U_i = (x_i - \bar{x}) \cdot 10^{-3}$	Квадрат случайного отклонения $U_i^2 \cdot 10^{-6}$
1	8,906	-13	169	13	8,914	-5	25
2	8,915	-4	16	14	8,925	6	36
3	8,913	-6	36	15	8,923	4	16
4	8,921	2	4	16	8,917	-2	4
5	8,925	6	36	17	8,918	-1	1
6	8,929	10	100	18	8,921	2	4
7	8,917	-2	4	19	8,920	1	1
8	8,915	-4	16	20	8,920	1	1
9	8,919	0	0	21	8,914	-5	25
10	8,914	-5	25	22	8,917	-2	4
11	8,921	2	4	23	8,916	-3	9
12	8,920	1	1	24	8,935	16	256

Вычислим оценки параметров распределения среднего арифметического результатов наблюдений \bar{x} по формуле (3.15) и среднего квадратического отклонения результатов наблюдений по формуле (3.16), получим:

$$\bar{x} = 8,919 \text{ В}, \tilde{\delta} = 5,87 \cdot 10^{-3} \text{ В.}$$

Смещенная оценка среднего квадратического отклонения, определяемая по формуле (3.19):

$$\tilde{\sigma}^* = 5,748 \cdot 10^{-3} \text{ В.}$$

Проверяем выполнение критериев 1 и 2.

Критерий 1. Вычисляем \tilde{d} по формуле (3.18):

$$\tilde{d} = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n \tilde{\sigma}^*} = \frac{103 \cdot 10^{-3}}{24 \cdot 5,748 \cdot 10^{-3}} = 0,746.$$

Выбрав уровень значимости $q_1 = 0,02$ из табл. 3.4 определяем квантили распределения: $d_{\min} = 0,700$, $d_{\max} = 0,897$.

Так как $0,700 < 0,746 < 0,897$, то критерий 1 выполняется.

Критерий 2. Принимаем уровень значимости $q_2 = 0,02$. Из табл. 3.5 по выбранному $q_2 = 0,02$ и числу наблюдений $n=24$ находим значение вероятности $P = 0,98$. Из табл. 3.5 определяем значение теоретического коэффициента $m=2$.

Из табл. 3.6 по величине $\Phi_1(Z) = \frac{P}{2} = 0,49$ находим аргумент функции $Z = Z_{\frac{P}{2}} = 2,33$. Определяем коэффициент $Z_{\frac{P}{2}} \cdot \tilde{\delta} = 2,33 \cdot 5,87 \cdot 10^{-3} = 13,67 \cdot 10^{-3}$.

Согласно критерию 2 не более двух разностей $|x_i - \bar{x}|$ ($m=2$) могут превысить число $13,67 \cdot 10^{-3}$. По данным расчета, приведенным в табл. 3.8 следует, что только при $i=24$ разность превышает это число, т.е. $m_3=1$. Следовательно, и критерий 2 выполняется.

Таким образом, при уровне значимости $q \leq q_1 + q_2$ гипотеза о нормальности распределения полученных данных согласуется с данными наблюдений.

Пример 3. Произведено 18 ($n=18$) отчетов значений измеряемой величины-напряжения (табл. 3.9). Требуется произвести обработку результатов измерений (предполагая их нормальное распределение). Для этого выбрать доверительную вероятность $P_o = 0,95$. Систематической погрешностью пренебречь.

Результаты измерений примера 3

i	x_i	i	x_i	i	x_i
1	1681	7	1705	13	1682
2	1701	8	1685	14	1690
3	1693	9	1697	15	1987
4	1678	10	1690	16	1680
5	1686	11	1690	17	1692
6	1674	12	1985	18	1688

Примечание: i - номер измерения, x_i - результат измерения.

1. Определим среднее арифметическое значение

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = 1688,0 \text{ мВ.}$$

Значение \bar{x} считается оценкой истинного значения измеряемого напряжения U , т.е. $U \approx \bar{x} = 1688,0 \text{ мВ}$.

1. Вычислим отклонение результатов отдельных измерений от среднего значения \bar{x} по формуле: $U_i = x_i - \bar{x}$. Результаты вычисления представлены в табл. 3.10.

Таблица 3.10

Значение остаточных погрешностей примера 3

i	U_i	i	U_i	i	U_i
1	-7	7	17	13	-6
2	13	8	-3	14	2
3	5	9	9	15	-1
4	-10	10	2	16	-8
5	-2	11	2	17	4
6	-14	12	-3	18	0

3. Вычислим оценку среднего квадратичного отклонения по формуле (3.16)

$$\tilde{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n U_i^2}{n-1}} = 7,9, \text{ мВ.}$$

4. Среднеквадратическое отклонение среднеарифметического

$$\tilde{\sigma}_{\text{cp}} = \frac{\tilde{\sigma}}{\sqrt{n}} = \frac{7,9}{\sqrt{18}} = 1,9, \text{ мВ.}$$

Для вычисления доверительного интервала, соответствующего доверительной вероятности $P_\delta = 0,95$ и числу измерений $n = 18$, воспользуемся таблицей 3.2. Определим коэффициент Стьюдента:

$$t(P_\delta, n) = t(0,95, 18) = 2,11.$$

Поскольку $\tilde{\sigma}_{\text{cp}} = 1,9 \text{ мВ}$, то нижняя граница доверительного интервала

$$x_{\text{н}} = \bar{x} - t(P_\delta, n) \cdot \tilde{\sigma}_{\text{cp}} = 1688 - 2,11 \cdot 1,9 \approx 1684 \text{ мВ},$$

а верхняя граница

$$x_{\text{в}} = \bar{x} + t(P_\delta, n) \cdot \tilde{\sigma}_{\text{cp}} = 1688 + 2,11 \cdot 1,9 \approx 1692 \text{ мВ}.$$

Граница случайной погрешности результата измерений

$$\Delta_r = t(P_\delta, n) \cdot \tilde{\sigma}_{\text{cp}} = 2,11 \cdot 1,9 = 4,0 \text{ мВ}.$$

Результат измерений может быть записан в виде

$$U = 1688 \text{ мВ}; \Delta_r = \pm 4 \text{ мВ}; P_\delta = 0,95.$$

Пример 4. С целью аттестации катушки индуктивности по добротности проведено 20 измерений ее добротности при температуре окружающей среды

$$T = 25^0 \text{ C}.$$

В качестве средств измерений использовались: компаратор добротности с погрешностью сличения $\delta_k = 0,4\%$ и образцовая катушка, аттестованная с погрешностью $\delta_a = 0,7\%$.

Требуется определить номинальное значение добротности аттестуемой катушки и погрешность аттестации с доверительной вероятностью $P_\delta = 0,95$ для нормальных условий ($T = 20^0 \text{ C}$).

В результате измерений получены данные, приведенные в табл. 3.11.

Таблица 3.11

Результаты измерений примера 4

Порядков ый номер измерения	Q_i	Порядков ый номер измерения	Q_i	ПО РЯДКОВ ЫЙ номер измерения	Q_i	Порядков ый номер измерения	Q_i
1	76,3	6	76,0	11	75,3	16	75,9
2	74,7	7	75,3	12	75,1	17	74,9
3	75,7	8	74,9	13	75,5	18	75,7
4	75,5	9	75,5	14	75,4	19	75,3
5	75,7	10	75,4	15	75,8	20	77,1

Исключим известную систематическую погрешность из результата измерения. В данной задаче систематическая погрешность измерения будет обуславливаться отклонением температуры окружающей среды от нормальной.

Используя известную зависимость изменения добротности ΔQ , определим эти измерения по формуле

$$\Delta Q_i = Q_i \cdot \beta \cdot \Delta T,$$

где Q_i - результат измерения при $T = 25^{\circ}C$,

$\beta = 5 \cdot 10^{-4}$ - температурный коэффициент добротности,

$\Delta T = 5^{\circ}C$ - отклонение температуры.

Результаты измерения после исключения систематической погрешности приведены в табл. 3.12

**Результаты измерений примера 4 после исключения
систематической погрешности**

Порядков ый номер измерения	Q_i	Порядковы й номер измерения	Q_i	ПО РЯДКОВЫ Й номер измерения	Q_i	Порядковы й номер измерения	Q_i
1	76,11	6	75,81	11	75,11	16	75,71
2	74,51	7	75,11	12	74,91	17	74,71
3	75,51	8	74,71	13	75,31	18	75,51
4	75,31	9	75,31	14	75,21	19	75,11
5	75,51	10	75,21	15	75,61	20	76,91

Определим среднее арифметическое значение

$$\bar{Q} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i = \frac{1}{20} \sum_{i=1}^{20} Q_i = 75,36.$$

Среднеквадратичное отклонение

$$\tilde{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^2} = \sqrt{\frac{1}{20-1} \sum_{i=1}^n (Q_i - 75,36)^2} = 0,53$$

Рассчитаем коэффициент t_{20} по формуле (3.17), т.е. проверим является ли результат 20-го наблюдения промахом

$$t_{20} = \frac{|Q_{20} - \bar{Q}|}{\tilde{\sigma}} = \frac{|76,91 - 75,36|}{0,53} = 2,92$$

Из табл. 3.3 по заданным величинам $n = 20$ и уровню значимости $q = 0,05$ (5%) находим предельное значение коэффициента $t_{\Gamma} = 2,78$.

Так как $t_{20} > t_{\Gamma}$ ($2,92 > 2,78$), то гипотеза не противоречит экспериментальным данным, т.е. 20-е наблюдение является промахом, поэтому из дальнейшей обработки его исключим.

Вычислим среднее арифметическое 19 наблюдений \bar{Q}_{19}

$$\bar{Q}_{19} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i = \frac{1}{19} \sum_{i=1}^{19} Q_i = 75,28.$$

Вычислим среднюю квадратическую погрешность результатов наблюдений

$$\tilde{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q}_{19})^2} = \sqrt{\frac{1}{19-1} \sum_{i=1}^{19} (Q_i - 75,28)^2} = 0,40$$

Определим принадлежность результатов наблюдений к нормальному распределению. Так как число наблюдений n больше 15 и меньше 50 ($15 < n < 50$), используем составной критерий.

Определим смещенную оценку среднего квадратического отклонения по формуле (3.19)

$$\tilde{\sigma}^* = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q}_{19})^2} = \sqrt{\frac{1}{19} \sum_{i=1}^{19} (Q_i - 75,28)^2} = 0,39.$$

Определяем выполнение критериев 1 и 2.

Критерий 1. Вычисляем параметр \tilde{d} по формуле (3.18)

$$\tilde{d} = \frac{\sum_{i=1}^n |Q_i - \bar{Q}_{19}|}{n \cdot \tilde{\sigma}^*} = \frac{\sum_{i=1}^{19} |Q_i - 75,28|}{19 \cdot 0,39} = 0,79.$$

Задаваясь уровнем значимости $q_1 = 0,1$ из табл. 3.4 определяем квантили распределения для $n = 21$ (ближайшее к $n = 19$)

$$d_{\min} = 0,7304, \quad d_{\max} = 0,8768.$$

Так как расчетное значение \tilde{d} не выходит за пределы теоретических значений (т.е. $0,73 < 0,79 < 0,87$), можно считать, что критерий 1 выполняется.

Критерий 2. Принимаем уровень значимости $q_2 = 0,05$. Из табл. 3.5 по выбранному $q_2 = 0,05$ и числу наблюдений $n = 19$ находим значение вероятности $P = 0,98$. Из табл. 3.5 определяем значение теоретического коэффициента $m = 1$.

Из табл. 3.6 по величине $\phi_1(Z) = \frac{P}{2} = 0,49$ находим аргумент функции

$Z = Z_{\frac{P}{2}} = 2,33$. Определяем коэффициент $Z_{P/2} \cdot \tilde{\sigma} = 2,33 \cdot 0,40 = 0,93$.

Анализируя значения модулей отклонения $|Q_i - \bar{Q}_{19}|$ результатов наблюдений (табл. 3.13), отметим, что ни одна из них не превышает значение 0,93.

Следовательно, и критерий 2 выполняется.

Таблица 3.13

Значения модулей отклонения $|Q_i - \bar{Q}_{19}|$

Порядковый номер измерения	$ Q_i - \bar{Q}_{19} $	Порядковый номер измерения	$ Q_i - \bar{Q}_{19} $	ПОРЯДКОВЫЙ номер измерения	$ Q_i - \bar{Q}_{19} $	Порядковый номер измерения	$ Q_i - \bar{Q}_{19} $
1	0,83	6	0,53	11	0,17	16	0,43
2	0,77	7	0,17	12	0,37	17	0,57
3	0,23	8	0,53	13	0,03	18	0,23
4	0,03	9	0,03	14	0,07	19	0,17
5	0,23	10	0,07	15	0,33	-	-

Таким образом, при уровне значимости $q \leq q_1 + q_2 = 0,15$ гипотеза о нормальности распределения полученных данных согласуется с данными наблюдений.

Вычислим среднеквадратическое отклонение среднеарифметического

$$\tilde{\sigma}_{cp} = \frac{\tilde{\sigma}}{\sqrt{n}} = \frac{0,4}{\sqrt{19}} = 0,09.$$

Так как распределение подчиняется нормальному закону, доверительные границы Δ_r вычисляем по формуле (3.23). При заданной доверительной вероятности $P = 0,95$ и числе наблюдений $n = 19$ из табл. 3.2 определим коэффициент Стьюдента

$$t(P, n) = 2,10.$$

Граница случайной погрешности

$$\varepsilon = \Delta_r = t(P_\alpha, n) \cdot \tilde{\sigma}_{cp} = 2,10 \cdot 0,09 = 0,19 .$$

Определим доверительные границы неисключенной систематической погрешности измерения. В данной задаче неисключенная систематическая погрешность измерения будет обуславливаться двумя составляющими погрешностями аттестации образцовой катушки и компаратора, заданных в относительной форме.

Вычислим границы (абсолютные значения погрешностей) каждой неисключенной систематической погрешности

$$\theta_a = \pm \frac{\delta_a}{100} \cdot \bar{Q}_{19} = \pm \frac{0,7}{100} \cdot 75,28 = \pm 0,53 ,$$

$$\theta_k = \pm \frac{\delta_k}{100} \cdot \bar{Q}_{19} = \pm \frac{0,4}{100} \cdot 75,28 = 0,30 .$$

Доверительные границы суммарной неисключенной систематической погрешности найдем по формуле (3.24)

$$\theta = k \sqrt{\sum_{i=1}^m Q_i^2} = 1,1 \cdot \sqrt{0,53^2 + 0,30^2} = 0,67 ,$$

где $k=1,1$ (значение коэффициента определено из табл. 3.7).

Определим, можно ли пренебречь какой-либо составляющей погрешности измерения.

Вычислим отношение

$$\frac{\theta}{\tilde{\sigma}_{cp}} = \frac{0,67}{0,09} = 7,44 .$$

Так как отношение $\frac{\theta}{\tilde{\sigma}_{cp}}$ лежит в пределах 0,8-8,0, то ни одной из составляющих погрешности измерения пренебречь нельзя, следовательно, общая погрешность будет определяться обеими составляющими.

Найдем доверительные границы Δ общей погрешности измерения по формуле (3.25), предварительно вычислив величины S_z и k по формулам (3.26), (3.27).

Оценка суммарного среднеквадратического отклонения результата измерения

$$S_{\Sigma} = \sqrt{\frac{1}{3}(\theta_a^2 + \theta_k^2) + \tilde{\sigma}_{cp}} = \sqrt{\frac{1}{3}(0,53^2 + 0,3^2) + 0,09^2} = 0,36.$$

Коэффициент k

$$k = \frac{\varepsilon + \theta}{\tilde{\sigma}_{cp} + \sqrt{\frac{1}{3}(\theta_a^2 + \theta_k^2)}} = \frac{0,19 + 0,67}{0,09 + \sqrt{\frac{1}{3}(0,53^2 + 0,3^2)}} = 1,95.$$

Доверительные границы погрешности измерения

$$\Delta = k \cdot S_{\Sigma} = 1,95 \cdot 0,36 = \pm 0,7.$$

Результат измерения можно представить в следующей форме

$$Q = \bar{Q}_{19} + \Delta \text{ или } Q = 75,28 \pm 0,70; P = 0,95.$$

Пример 5. Определить средневзвешенное значение напряжения и среднеквадратическое отклонение средневзвешенного неравноточных измерений, которые были выполнены тремя коллективами экспериментаторов с помощью различных методов измерений. Экспериментальные результаты измерений и их средние квадратические отклонения следующие:

$$\tilde{U}_1 = 18,90 \text{ В}, \tilde{\sigma}_1 = 0,04 \text{ В}; \tilde{U}_2 = 18,89 \text{ В}, \tilde{\sigma}_2 = 0,16 \text{ В}; \tilde{U}_3 = 18,92 \text{ В}, \tilde{\sigma}_3 = 0,20.$$

Определим весовые коэффициенты

$$a_1 = \frac{\frac{1}{\tilde{\sigma}_1^2}}{\frac{1}{\tilde{\sigma}_1^2} + \frac{1}{\tilde{\sigma}_2^2} + \frac{1}{\tilde{\sigma}_3^2}} = \frac{\frac{1}{0,04^2}}{\frac{1}{0,04^2} + \frac{1}{0,16^2} + \frac{1}{0,2^2}} = 0,907,$$

$$a_2 = \frac{\frac{1}{\tilde{\sigma}_2^2}}{\frac{1}{\tilde{\sigma}_1^2} + \frac{1}{\tilde{\sigma}_2^2} + \frac{1}{\tilde{\sigma}_3^2}} = \frac{\frac{1}{0,16^2}}{\frac{1}{0,04^2} + \frac{1}{0,16^2} + \frac{1}{0,2^2}} = 0,0567,$$

$$a_3 = \frac{\frac{1}{\tilde{\sigma}_3^2}}{\frac{1}{\tilde{\sigma}_1^2} + \frac{1}{\tilde{\sigma}_2^2} + \frac{1}{\tilde{\sigma}_3^2}} = \frac{\frac{1}{0,2^2}}{\frac{1}{0,04^2} + \frac{1}{0,16^2} + \frac{1}{0,2^2}} = 0,0363.$$

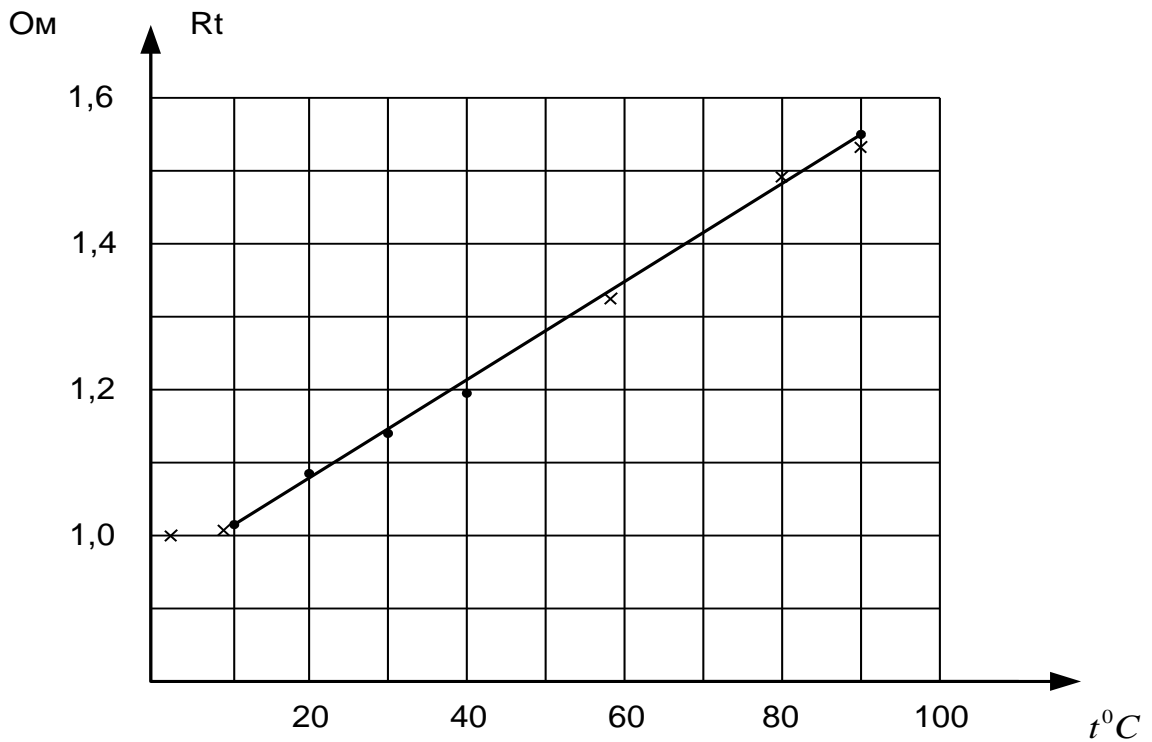


Рис. 3.10 Экспериментальная зависимость $R_t = f(t)$

Следовательно, необходимо определить параметры R_0, C_1 и C_2 указанной зависимости.

В соответствии с методом наименьших квадратов

$$\sum_{i=1}^{10} [R_i - R_0 - C_1 \cdot t_i - C_2 \cdot t_i^2]^2 = \min .$$

Исходя из этого условия, дифференцируя эту функцию по R_0 , а затем по C_1 и C_2 , получим систему из трех уравнений

$$\begin{cases} -2 \sum_{i=1}^{10} [R_i - R_0 - C_1 \cdot t_i - C_2 \cdot t_i^2] = 0, \\ -2 \sum_{i=1}^{10} [R_i - R_0 - C_1 \cdot t_i - C_2 \cdot t_i^2] \cdot t_i = 0, \\ -2 \sum_{i=1}^{10} [R_i - R_0 - C_1 \cdot t_i - C_2 \cdot t_i^2] \cdot t_i^2 = 0. \end{cases}$$

ИЛИ

$$\begin{cases} 10 \cdot R_0 + C_1 \sum_{i=1}^{10} t_i + C_2 \cdot \sum_{i=1}^{10} t_i^2 = \sum_{i=1}^{10} R_i, \\ R_0 \cdot \sum_{i=1}^{10} t_i + C_1 \sum_{i=1}^{10} t_i^2 + C_2 \sum_{i=1}^{10} t_i^3 = \sum_{i=1}^{10} t_i^2 \cdot R_i, \\ R_0 \sum_{i=1}^{10} t_i^2 + C_1 \sum_{i=1}^{10} t_i^3 + C_2 \sum_{i=1}^{10} t_i^4 = \sum_{i=1}^{10} t_i^3 \cdot R_i. \end{cases}$$

Решив эту систему относительно R_0, C_1 и C_2 определим их числовые значения:

$$R_0 = 1.031; C_1 = 2.523 \cdot 10^{-3}; C_2 = 3.713 \cdot 10^{-5}; \alpha = \frac{C_1}{R_0} = 2.446 \cdot 10^{-3}; \beta = \frac{C_2}{R_0} = 3.6 \cdot 10^{-5}.$$

Таким образом,

$$R_i = 1.031 + 2.523 \cdot 10^{-3} \cdot t + 3.713 \cdot 10^{-5} \cdot t^2.$$

Контроль усвоения материала – задачи для самостоятельного решения, которые используются и для контроля знаний:

Для каждого варианта в табл. 1 указаны: измеряемая величина, число измерений и доверительная вероятность, а в табл. 2 результаты измерений.

Требуется определить:

1. Наиболее достоверное значение измеряемой величины.
2. Среднеквадратическую погрешность ряда измерений.
3. Среднеквадратическую погрешность среднеарифметического.
4. Доверительный интервал при данной доверительной вероятности.
5. Предельную и относительную погрешность найденного значения измеряемой величины.

Результат измерения представить по ГОСТу в форме:

$$X; \Delta \text{ от } \Delta_1 \text{ до } \Delta_2; P.$$

6. Ответить на вопрос: Что позволяет оценить величины, определенные в п. 2 и п. 3.

Таблица 1

№ варианта	Измеряемая величина	Единица измерения	Число измерений	Доверительная вероятность
1	R	Ом	2	0,8
2	U	В	25	0,2
3	I	А	23	0,5
4	C	пФ	24	0,3
5	L	мкГн	3	0,8
6	P	Вт	25	0,95
7	M	мкГн	5	0,99
8	f	кГц	22	0,4
9	I	мА	3	0,9
10	U	мВ	6	0,99
11	R	Ом	3	0,8
12	L	мГн	4	0,7
13	C	мкФ	2	0,9
14	M	мГн	5	0,8
15	P	Вт	21	0,6
16	f	Гц	20	0,95
17	M	мГн	4	0,8
18	P	Вт	20	0,99
19	R	Ом	21	0,9
20	I	А	3	0,5
21	C	пФ	24	0,8
22	f	кГц	25	0,4
23	L	мкГн	12	0,7
24	U	В	11	0,8
25	I	А	15	0,2
26	f	кГц	4	0,8

27	U	мВ	18	0,5
28	C	мкФ	3	0,95
29	L	мГн	3	0,99
30	P	Вт	16	0,5
31	M	мГн	9	0,95
32	R	Ом	5	0,8
33	P	Вт	25	0,7
34	f	кГц	10	0,6
35	C	пФ	13	0,3
36	U	мВ	14	0,8

Таблица 2

Номер измерения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Результат измерения	5,04	4,97	5,03	5,01	5,07	4,98	4,96	5,01	5,06	4,95	4,94

Продолжение табл. 2

Номер измерения	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Результат измерения	5,03	4,97	4,98	5,02	4,92	4,95	5,06	5,04	5,06	5,05	5,01

Продолжение табл. 2

Номер измерения	23	24	25	26
Результат измерения	5,07	5,09	5,08	5,09

Критерии оценки выполнения задач

✓ 10-9 баллов выставляется студенту при выполнении всех пунктов индивидуального задания. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет, графически работа оформлена правильно. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 8-7 баллов – работа выполнена полностью, допущено не более 1 ошибки при выборе и проверке оборудования или одна-две ошибки в оформлении работы. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 7-6 баллов – работа выполнена полностью. Допущено не более 2 ошибок в расчётах или оформлении работы. При защите студент не отвечает на 1-2 вопроса преподавателя.

✓ 6-5 баллов – работа выполнена. Допущено три или более трех ошибок в расчётах, в оформлении работы. При защите студент не отвечает на 2-3 вопроса преподавателя.

Типовые тестовые вопросы

1. Метрология—это:

- а) наука об измерениях, методах достижения их единства и требуемой точности
- б) процесс установления и применение правил в целях упорядочения деятельности в данной области
- в) научная область, объединяющая проблемы, связанные с измерением и оценкой качества продукции
- г) наука о технологии обработки промышленных изделия

2. Точность измерений-это:

- а) техническое средство, применяемое для проведения экспериментальной части измерений и имеющее нормированные

метрологические

свойства

б) характеристика измерений, отражающая степень близости его результатов к истинному значению измеряемой величины

в) отношение абсолютной погрешности к точному значению измеряемой величины

г) отношение линейного или углового перемещения указателя к изменению приближенного значения измеряемой величины, вызвавшему это перемещение

3. Средство измерения – это:

а) техническое средство, применяемое для проведения экспериментальной части измерений и имеющее нормированные метрологические свойства

б) характеристика измерений, отражающая степень близости его результатов к истинному значению измеряемой величины

в) отношение абсолютной погрешности к точному значению измеряемой величины

г) отношение линейного или углового перемещения указателя к изменению приближенного значения измеряемой величины, вызвавшему это перемещение

4. Относительная погрешность – это:

а) техническое средство, применяемое для проведения экспериментальной части измерений и имеющее нормированные метрологические свойства

б) характеристика измерений, отражающая степень близости его результатов к истинному значению измеряемой величины

в) отношение абсолютной погрешности к точному значению измеряемой величины

г) отношение линейного или углового перемещения указателя к изменению приближенного значения измеряемой величины, вызвавшему это перемещение

5. Абсолютная чувствительность прибора – это:

а) техническое средство, применяемое для проведения экспериментальной части измерений и имеющее нормированные метрологические свойства

б) характеристика измерений, отражающая степень близости его результатов к истинному значению измеряемой величины

в) отношение абсолютной погрешности к точному значению измеряемой величины

г) отношение линейного или углового перемещения указателя к изменению приближенного значения измеряемой величины, вызвавшему это перемещение

6. Абсолютная погрешность:

а) $X = A \pm a$

б) $a = A - X$

в) $d = a/X$

г) $T = 1/d_T$

7. Относительная погрешность:

а) $X = A \pm a$

б) $a = A - X$

в) $d = a/X$

г) $T = 1/d_T$

7. Показатель точности:

а) $X = A \pm a$

б) $a = A - X$

в) $d = a/X$

г) $T = 1/d_T$

8. Наиболее точный прибор:

- а) прибор 1а класса точности
- б) прибор 2б класса точности
- в) прибор 5в класса точности
- г) прибор 5а класса точности

9. Основные метрологические характеристики измерительных приборов:

- а) погрешность, точность, чувствительность
- б) длина, ширина, высота
- в) органолептические, инструментальные
- г) измерительные, установки, измерительные системы

10. Стандартизация—это:

- а) наука об измерениях, методах достижения их единства и требуемой точности
- б) процесс установления и применение правил в целях упорядочения деятельности в данной области на пользу и при участии всех заинтересованных сторон
- в) научная область, объединяющая проблемы, связанные с измерением и оценкой качества продукции
- г) наука о технологии обработки швейных изделий

11. Основной нормативный документ стандартизации:

- а) стандарт
- б) техническое описание
- в) техническое условие
- г) международная организация по стандартизации

12. Документ, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила

осуществления и характеристики процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнение работ или оказание услуг – это:

- а) техническое описание
- б) международная организация по стандартизации
- в) стандарт
- г) технические условия

13. Уровень стандартизации, при котором участвует группа государств, присоединившихся к определенному соглашению – это:

- а) международный
- б) региональный
- в) межгосударственный
- г) национальный

14. Уровень стандартизации, при котором участвует большинство государств – это:

- а) международный
- б) региональный
- в) межгосударственный
- г) национальный

15. Цель стандартизации:

- а) повышение себестоимости изделия
- б) повышение прибыли предприятий
- в) повышения уровня безопасности жизни или здоровья граждан
- г) повышение уровня дохода граждан

16. Стандарт по их содержанию подразделяют:

- а) международный, региональный, межгосударственный, национальный

б) ГОСТ, ОСТ,СТО

в) материалы, компоненты, оборудование, системы, правила, процедуры, методы

г) основополагающие, продукцию, процессе, методы, контроля

17. Нормативный документ на продукцию, изготавливаемую в соответствии со стандартом:

а) техническое требование

б) стандарт

в) техническое описание

г) техническое условие

18. Нормативный документ, разрабатываемый на новую продукцию, на которую нет стандарта:

а) техническое требование

б) стандарт

в) техническое описание

г) техническое условие

19. Орган РФ по стандартизации:

а) Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулирование)

б) МАГАТЭ

в) ИСО

г) Федеральный закон «О техническом регулировании»

20. Антропометрия—это:

а) научная область, объединяющая проблемы, связанные с измерением и оценкой качества

б) наука, изучающая разнообразие морфологических признаков у

конкретных групп людей

в) наука об измерениях, методах достижения их единства и требуемой точности

г) процесс установления и применения правил в целях упорядочения деятельности в данной области на пользу и при участии всех заинтересованных сторон

21. Приведение разнообразных форм деталей и узлов внутри каждого типа к разумному единообразию без ущерба для качества внешнего вида изделий и интересов потребителей:

а) унификация

б) агрегатирование

в) метрология

г) сертификация

22. Создание различных изделий путем их компоновки (сборки) из ограниченного количества стандартных или унифицированных деталей и узлов, обладающей геометрической функциональной взаимозаменяемостью:

а) унификация

б) агрегатирование

в) метрология

г) сертификация

23. Переход от типовой базовой конструкции к модельной конструкции осуществляется:

а) методом унификации основных деталей

б) принципами агрегатирования

в) принципами модульного проектирования

г) методом технического (конструктивного) моделирования

24. Часть типовой конструкции, обладающая определенной функциональной и информативной независимостью и унифицированная по принципу построения:

- а) коэффициент применяемости
- б) модельная конструкция
- в) типовая базовая конструкция
- г) конструктивный модуль

25. Показатель, характеризующий степень насыщенности изделия унифицированными составными частями:

- а) коэффициент применяемости
- б) точность
- в) коэффициент повторяемости
- г) погрешность

26. Показатель, характеризующий степень унификации составных частей:

- а) коэффициент применяемости
- б) точность
- в) коэффициент повторяемости
- г) погрешность

27. Совокупность свойств продукции, обуславливающих их её пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с её назначением:

- а) качества продукции
- б) сортность продукции
- в) унифицированность
- г) технологичность

28. Научная область, объединяющая проблемы, связанные с измерением и оценкой качества продукции:

- а) метрология
- б) стандартизация
- в) квалиметрия
- г) сертификация

29. Метод измерения показателей качества, основанный на обнаружении и подсчете числа дефектов или бракованных деталей:

- а) расчетный
- б) органолептический
- в) экспертный
- г) экспериментальный

30. Метод измерения показателей качества, основанный на вычислении показателей качества в зависимости от значений различных параметров продукции:

- а) расчетный
- б) органолептический
- в) экспертный
- г) экспериментальный

31. Метод измерения показателей качества, основанный на учете мнения специалистов:

- а) расчетный
- б) органолептический
- в) экспертный
- г) экспериментальный

32. Метод измерения показателей качества, основанный на ощущениях органов чувств человека:

- а) расчетный
- б) органолептический
- в) экспертный
- г) экспериментальный

33. Метод измерения показателей качества, основанный на применении сбора и анализа мнений фактических или возможных потребителей продукции:

- а) социологический
- б) экспериментальный
- в) экспертный
- г) органолептический

34. Показатель качества, характеризующий трудовые, материальные, финансовые затраты при производстве:

- а) надежности
- б) стандарта
- в) практичности
- г) технологичности

35. К эргономическим показателям качества относятся показатели:

- а) рациональность формы, целостность композиции
- б) универсальность применения
- в) гигиенические, антропометрические, психологические
- г) трудоемкость, энергоёмкость, материалоемкость, себестоимость

36. Обобщенная характеристика средств измерений данного типа, определяемая допускаемой погрешности называется

- а) метрологической характеристикой
- б) комплексным показателем качеств
- в) интервальным показателем качеств
- г) классом точности

37. Обязательной сертификации подлежат

- а) персонал
- б) продукция
- в) системы качества
- г) услуги

37. Теоретической базой стандартизации является

- а) оптимальность требований
- б) система единиц физических величин
- в) количественные методы оптимизации
- г) система предпочтительных чисел

38. Энергия определяется по уравнению $E=mc^2$, где m – масса, c – скорость света. Укажите размерность энергии E .

- а) $L^{-2}MT^2$
- б) LM^2T^{-2}
- в) L^2MT^{-2}
- г) LMT^{-2}

39. Участниками системы сертификации являются

- а) заявитель
- б) орган по сертификации
- в) испытательная лаборатория
- г) орган по стандартизации

40. Объектом стандартизации не может быть

- а) методы измерений и контроля

- б) процессы и услуги
- в) авторские разработки
- г) продукция

41. Если для определения коэффициента линейного расширения материала измеряется длина и температура стержня, то измерения называют

- а) косвенными
- б) совместными
- в) совокупные
- г) относительными

42. Выбор оптимального числа разновидностей продукции, процессов и услуг, значений их параметров и размеров называется

- а) идентификацией
- б) классификацией
- в) унификацией
- г) агрегатированием

43. Сфера деятельности ИСО не охватывает области стандартизации

- а) станкостроение
- б) единиц измерений
- в) электротехники, электроники и радиоэлектроники
- г) автомобилестроения

44. Совокупность правил выполнения работ по сертификации, ее участников и условий функционирования в целом называется

- а) советом по сертификации
- б) системой сертификации
- в) органом по сертификации
- г) схемой сертификации

45. К принципам подтверждения соответствия в Федеральном законе «О техническом регулировании» не относится

а) недопустимость подмены обязательного подтверждения соответствия добровольной сертификацией

б) уменьшение сроков осуществления обязательного подтверждения соответствия и затрат заявителя

в) содействие потребителям в компетентном выборе продукции, работ, услуг

г) защита имущественных интересов заявителей, соблюдение коммерческой тайны в отношении сведений, полученных при осуществлении подтверждения соответствия

46. Физическая величина, входящая в систему величин и условно принятая в качестве независимой от других величин системы называется

а) производной

б) дополнительной

в) специальной

г) основной

47. Совокупность функционально и конструктивно объединенных средств измерений и других устройств в одном месте для рационального решения задачи измерений или контроля называют

а) измерительным прибором

б) измерительной установкой

в) информационно-измерительным комплексом

г) информационно-измерительной системой

48. Структурно выделенное подразделение органа исполнительной власти или субъекта хозяйствования, которое обеспечивает организацию и проведение работ по стандартизации в пределах установленной компетенции

—

это

а) испытательная лаборатория

б) орган государственного надзора за стандартами

в) служба стандартизации

г) технический комитет по стандартизации

49. Исходным эталоном в поверочной схеме является эталон

а) обладающий наивысшей точностью в данной лаборатории или организации

б) служащий для сличения эталонов

в) служащий для поверки сохранности государственного эталона и замены его в случае порчи

г) получающий размер единицы непосредственно от первичного

50. Определить погрешность термометра класса точности 2,5 с пределом от 0 до 100⁰C и дать заключение о его пригодности по показаниям образцового термометра

поверяемые точки, C ⁰	0	20	40	60	80	100
показания образцового термометра (нагрев)	1,0	22	41	60	77	98
показание образцового термометра (охлаждение)	1,0	19	40	62	81	99

а) 1⁰C

б) 3⁰C

в) 1,5⁰C

г) 2,5⁰C

51. Задачи и полномочия государственной метрологической службы определены в ...

а) законе «Об обеспечении единства измерений»

б) правилах по метрологии и государственных стандартах

в) постановлениях правительства

г) законе «О техническом регулировании»

52. сила тяжести определяется измерением массы (с помощью мер) и использованием ускорения свободного падения. Такие измерения называют

а) совокупными

б) прямыми

в) абсолютными

г) относительными

53. Создание изделий из унифицированных элементов путем их установки в различном числе и различных сочетаниях называют

- а) унификацией
- б) типизацией конструкции изделий
- в) агрегатированием
- г) дискретизацией

54. Одним из основных принципов стандартизации, установленных в ГОСТ Р 1.0 2004 является

- а) необязательность достижения консенсуса всех заинтересованных сторон при разработке стандарта
- б) закрытость информации по стандартам
- в) обязательность применения стандартов во всех сферах
- г) добровольное применение стандартов

55. Коэффициент полезного действия определяется по шкале

- а) порядка
- б) отношений
- в) наименований
- г) абсолютной

56. Руководство государственной метрологической службой осуществляет

- а) Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы (ВНИИМС)
- б) Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
- в) центральные органы по сертификации продукции и услуг
- г) правительство России

57. Знак соответствия DIN принадлежит национальной системе сертификации

- а) Дании
- б) Франции
- в) Германии

г) Великобритании

58. Ампервольтметр класса точности 0,06/0,04 со шкалой от -50 А до 50 А показывает 20 А. Предел допускаемой относительной погрешности прибора равен

- а) 0,04%
- б) 0,12%
- в) 0,1%
- г) 0,06%

59. Основные задачи, права и обязанности метрологических служб определены в

- а) МУ 2277-93 «ГСИ. Система сертификации средств измерений. Основные положения и порядок проведения работ.
- б) международных стандартах ИСО серии 9000
- в) законе «Об обеспечении единства измерений»
- г) правилах по метрологии «Типовое положение о метрологической службе государственных органов управления и юридических лиц РФ

60. Нормативной основой метрологического обеспечения является ...

- а) система государственных эталонов физических величин
- б) национальная система стандартизации
- в) Государственная система обеспечения единства измерений
- г) государственная система поверки и калибровки средств измерений

61. Право поверки предоставляется

- а) измерительным лабораториям ВУЗов
- б) органам по аккредитации
- в) испытательным лабораториям по сертификации однородной продукции
- г) аккредитованным метрологическим службам юридических лиц

62. Решение по аккредитации включает

- а) заключение договора
- б) проверку результатов экспертизы по отчету комиссии
- в) оформление аттестат аккредитации при положительном решении

г) занесение в реестр аккредитованных органов по сертификации или испытательных лабораторий

63. Законодательные основы сертификации в РФ определены Федеральным законом

- а) О техническом регулировании
- б) Об обеспечении единства измерений
- в) О сертификации продукции и услуг
- г) О стандартизации

64. Нормативный документ, который разработан на основе консенсуса, принят признанным соответствующим органом и устанавливает для всеобщего и многократного использования правила, общие принципы или характеристики, касающиеся видов деятельности или их результатов, и который направлен на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области – это

- а) постановление Правительства
- б) стандарт
- в) технический регламент
- г) технические условия

65. Наибольшее количество действий можно выполнять по шкале

- а) порядка
- б) отношений
- в) интервалов
- г) наименований

66. Рассмотрение декларации о соответствии с прилагаемыми документами предусматривается схемами сертификации продукции

- а) 4, 4а
- б) 1, 1а, 2, 2а
- в) 9, 9а, 10, 10а
- г) 3, 3а

67. Поверочные схемы, регламентирующие передачу информации о размере единицы физической величины всему парку измерений в стране, называют

- а) локальными
- б) ведомственными
- в) государственными
- г) рабочими

68. Методическую и информационную помощь Совету ИСО по принципам и методике разработки международных стандартов оказывает

- а) ИНФКО (комитет по научно-технической информации)
- б) ДЕВКО (комитет по оказанию помощи развивающимся странам)
- в) СТАКО (комитет по изучению научных принципов по стандартизации)
- г) КАСКО (комитет по оценке соответствия)

69. По способу получения информации измерения разделяют

- а) однократные и многократные
- б) абсолютные и относительные
- в) статические и динамические
- г) прямые, косвенные, совокупные и совместные

70. Цели и задачи стандартизации в РФ достигаются соблюдением основных принципов, установленных в

- а) законе РФ «О защите прав потребителей»
- б) ГОСТ Р 1.0-2004
- в) ГОС Р ИСО 9001-2001
- г) правилах по стандартизации

71. Миллиметр ртутного столба является единицей

- а) изъятой из употребления
- б) допускаемой к применению наравне с единицами SI
- в) внесистемной
- г) системной

72. Совет по аккредитации рассматривает вопросы

а) пропаганды необходимости аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий

б) введения реестра аккредитованных объектов и экспертов по аккредитации

в) установления принципов единой технической политики в области аккредитации

г) координации деятельности органов по аккредитации

73. Если результаты измерений изменяющейся во времени величины сопровождаются указанием моментов времени измерений, то измерения называют

а) совокупными

б) многократными

в) статическими

г) динамическими

74. Если точность рабочего средства измерений ниже точности исходного эталона в 50 раз, то в поверочной схеме может быть число ступеней

а) 2

б) 4

в) 5

г) 3

75. Соблюдение принципа предпочтительности при назначении параметров объектов стандартизации приводит к

а) неудовлетворенности потребителя

б) увеличению загрузки оборудования

в) повышению экономической эффективности объектов стандартизации

г) нерациональному использованию площадей

76. Больше чисел содержит следующий ряд предпочтительных чисел

а) R 4

б) R 10

в) R 20

г) R 5

77. Оценка соответствия в рамках Глобальной концепции в странах ЕС определяется

- а) схемами сертификации 6...10
- б) схемами сертификации 1...5
- в) декларированием соответствия
- г) модулями А, В,..., Н

78. Качественной характеристикой физической величины является

- а) размерность
- б) постоянство во времени
- в) размер
- г) погрешность измерения

79. Если измеряется разность измеряемой величины и известной величины, воспроизводимой мерой, то применен метод

- а) совпадений
- б) непосредственной оценки
- в) дифференциальный
- г) противопоставления

80. Опережающая стандартизация – это

а) установление повышенных норм и требований к объектам стандартизации (по отношению к достигнутому)

б) установление и применение системы взаимосвязанных требований к объекту стандартизации

в) разработка новых стандартов на основе имеющихся

г) определение оптимальных параметров показателей качества изделий

81. Температура жидкости в Кельвинах определяется по шкале

- а) отношений
- б) абсолютной
- в) наименований
- г) интервалов

82. Знак соответствия национальной системе сертификации США имеет обозначение

а) NF

б) DIN

в) СС

г) в США отсутствует единый национальный орган по сертификации

83. Выражение $Q=q[Q]$, где $[Q]$ – единица измерения, q – числовое значение, является

а) основным уравнением измерений по шкале отношений

б) основным постулатам метрологии

в) линейным преобразованием

г) математической моделью измерений

84. Агрегатирование – это создание различных машин

а) из отдельных блоков

б) по оптимальным схемам

в) из одного и того же набора стандартных узлов и деталей

г) на основе теоретических расчетов

85. Разработкой проектов международных стандартов ИСО занимается ...

а) технические комитеты

б) техническое бюро

в) сове ИСО

г) исполнительное бюро

86. В Федеральном законе «О техническом регулировании» более предпочтительным в рамках обязательного подтверждения соответствия является-

ся

а) декларация о соответствии или сертификат соответствия

б) лицензия

в) добровольное подтверждение соответствия

г) только декларация о соответствии

87. Метод непосредственной оценки имеет следующую особенность

- а) имеет сравнительно небольшую инструментальную составляющую погрешности измерений
- б) эффективен при контроле в массовом производстве
- в) обеспечивает высокую чувствительность
- г) дает возможность выполнять измерение величины в широком диапазоне без перестройки

88. Документы EN разрабатываются

- а) ИСО
- б) европейским комитетом по стандартизации (СЕН)
- в) европейской экономической комиссией ООН (ЕЭК)
- г) МЭК

89. Параметрические ряды получают на основе

- а) экспериментальных исследований
- б) чисел геометрической прогрессии
- в) инженерных расчетов
- г) чисел арифметической прогрессии

90. Электрическая мощность P определяется по результатам измерений напряжения $U=240\pm 3$ В и тока $I=5\pm 0,1$ А, $P=UI$. Предельные границы истинного значения мощности равны

- а) $1161 \leq P \leq 1239$
- б) $1190,7 \leq P \leq 1208,7$
- в) $1191 \leq P \leq 1209$
- г) $1161,3 \leq P \leq 1190,7$

91. При многократном измерении силы F получены значения в Н: 403, 408, 410, 405, 406, 398, 406, 404. Укажите доверительные границы истинного значения силы с вероятностью $P=0,95$ ($t_p=2,365$)

- а) $398 \leq F \leq 410$ $P=0,95$
- б) $402 \leq F \leq 408$ $P=0,95$
- в) $398 \leq F \leq 410$ $t_p=2,365$

г) $396,5 \leq F \leq 413,5$ $P=0,95$

92. Документом Европейского комитета по стандартизации (СЕН), не содержащим каких-либо нормативных требований, издающимся для ознакомления и обмена информацией, является

- а) технические условия (CEN/TS – Technical Specification)
- б) технический отчет (CEN/TR – Technical Report)
- в) гармонизированный европейский стандарт
- г) европейский стандарт (EN)

93. Независимо от схем обязательного подтверждения соответствия декларация о соответствии и сертификат соответствия имеют

- а) равную юридическую силу
- б) равный срок окупаемости
- в) одинаковые сроки инспекционного контроля
- г) одинаковую величину расходов при сертификации

94. В функции органа по сертификации входит

- а) выдача сертификата соответствия
- б) реклама сертифицируемой продукции
- в) рассмотрение имущественных споров предприятий
- г) принятие решения по заявке предприятия о сертификации продукции

95. Под унификацией понимается

- а) выбор оптимального числа разновидностей продукции, услуг
- б) экономия всех видов ресурсов
- в) свод технических требований к продукции
- г) пригодность продукции к совместному использованию для выполнения

установленных требований

95. Совокупность приемов сравнения измеряемой величины с ее единицей в соответствии с реализованным принципом измерений называется

- а) типом
- б) принципом

в) методом

г) видом

96. Совокупность нормативных документов, устанавливающих нормы, требования, направленные на достижение и поддержание единства измерений в РФ, - это

а) государственная система обеспечения единства измерений

б) государственная система снижения погрешностей измерений

в) метрологическая информационная система

г) федеративный регистр повышения точности измерений

97. Размерность плотности $\rho = m/V$ записывается следующим образом

а) L^2M

б) LM^{-2}

в) $L^{-2}M$

г) $L^{-3}M$

98. Главный метролог предприятия подчиняется

а) Федеральному агентству по техническому регулированию и метрологии

б) центру стандартизации и метрологии (ЦСМ)

в) Всероссийскому научно-исследовательскому институту метрологической службы (ВНИИМС)

г) главному инженеру предприятия (техническому директору)

99. Документом, подтверждающим пригодность средств измерений по результатам поверки, является

а) сертификат

б) извещение о годности

в) свидетельство о годности

г) свидетельство о поверке

100. Международные стандарты ИСО для стран-участниц имеют _____ статус

а) рекомендательный

- б) законодательный
- в) руководящий
- г) обязательный

Критерии оценки выполнения тестирования

Цель тестов – определение уровня усвоения студентами знаний по дисциплине в соответствии с учебной программой.

Структура тестов. В каждом из указанных разделов выделяется по несколько тем, в соответствии с которыми формируются тесты. К каждому вопросу дается по несколько вариантов ответов, один из которых правильный.

По каждому разделу студенту выдаётся по одному билету. В каждом билете по 10 вопросов. Каждый правильный ответ соответствует одному баллу. Тест считается пройденным, если суммарное количество баллов не менее шести.

Для ответа на все вопросы студенту предоставляется 35 минут.

Типовые экзаменационные билеты

Билет 1

1. Цели стандартизации:
 - а) установление обязательных норм и требований;
 - б) установление рекомендательных норм и требований;
 - в) устранение технических барьеров в международной торговле.

2. К приоритетным задачам, связанным с совершенствованием стандартов в РФ, отнесены:
 - а) развитие экспорта товаров;
 - б) утилизация отходов;
 - в) охрана труда;

г) контроль качества продукции.

3. Подтверждение поставщика о соответствии товара имеет форму:

- а) стандарта предприятия;
- б) заявления-декларации о соответствии;
- в) сертификата соответствия;
- г) сертификата качества.

4. Схема сертификации товара может включать:

- а) проверку производства;
- б) инспекционный контроль системы качества;
- в) испытания типового образца;
- г) оценку компетентности испытательной лаборатории.

5. К законодательной метрологии относится:

- а) поверка и калибровка средств измерений;
- б) метрологический контроль;
- в) создание новых единиц измерений.

6. Государственная метрологическая служба подчинена:

- а) Правительству РФ;
- б) Госстандарту РФ;
- в) Госэнергонадзору.

7. Необходимо сравнить показания двух электроприборов, один из которых работает при постоянном токе, а другой – при переменном. В качестве поверки следует выбрать:

- а) непосредственное сличение с эталоном;
- б) прямые измерения величины;
- в) слияние через компаратор.

8. Проведена поверка вольтметра класса точности 1,0. Номинальное значение вольтметра 300 в. Результаты поверки представлены в таблице.

Номер измерения	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Показание образцового вольтметра	В	29,1	58,2	90,6	119,3	152,6	178,9	207,5	238,5	272,4	299,2
Показание поверяемого вольтметра	В	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300

Определить, соответствует ли вольтметр установленному классу точности.

- а) да;
- б) нет.

9. Проведена поверка амперметра, имеющего аддитивную погрешность. Номинальное значение амперметра 10 А. Результаты поверки представлены в таблице.

Какому классу точности соответствует амперметр.

Номер измерения	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Показание образцового амперметра	А	0,9	2,2	2,8	3,7	5,3	6,1	7,2	7,8	8,9	9,1
Показание поверяемого амперметра	А	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

- а) 1,5;
- б) 2,5;
- в) 4,0.

10. При измерении напряжения 50 в были использованы три вольтметра:
 V_1 - номинальное значение 100 в; класс точности 1,5;

V_2 - номинальное значение 150 В; класс точности 2,0;

V_3 - номинальное значение 300 В; класс точности 1,5/1,0

С помощью какого вольтметра результат измерения получен с наибольшей точностью.

- а) - V_1
- б) - V_2
- в) - V_3

Билет 2

1. Обязательный для выполнения нормативный документ – это:

- а) национальный (государственный) стандарт;
- б) технический документ;
- в) стандарт предприятия.

2. Требования кодекса по стандартам ГАТТ/ВТО включают:

- а) своевременную публикацию информации о принятии технического регламента (стандарта);
- б) устранение технических барьеров в национальной системе оценки соответствия;
- в) обязательное применение международных стандартов в национальных системах стандартизации.

3. Испытательная лаборатория приобретает необходимые полномочия, если она:

- а) аттестована;
- в) имеет нужное оборудование;
- г) аккредитована.

4. Большинство российских испытательных лабораторий аккредитованы на:

- а) техническую компетентность;
- б) независимость;
- в) техническую компетентность и независимость.

5. Система единиц физических величин – это:

- а) совокупность единиц, используемых на практике;
- б) совокупность основных и производных единиц;
- в) совокупность основных единиц.

6. Сертификация средств измерений:

- а) обязательная;
- б) добровольная.

7. Государственное предприятие готовится к поверке средств измерений своей метрологической лабораторию. Процедуру поверки следует организовать в соответствии с поверочной схемой:

- а) локальной;
- б) государственной.

8. Проведена поверка вольтметра класса точности $1,0$. Номинальное значение вольтметра 300 в. Результаты поверки представлены в таблице.

Определить, соответствует ли вольтметр установленному классу точности.

Номер измерения	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Показание образцового вольтметра	В	29,1	58,2	90,6	119,3	152,6	178,9	207,5	238,5	272,4	299,2
Показание поверяемого вольтметра	В	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300

- а) да;
- б) нет.

9. Проведена поверка амперметра, имеющего мультипликативную погрешность. Номинальное значение амперметра 10 А. Результаты поверки представлены в таблице.

Какому классу точности соответствует амперметр.

Номер измерения	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Показание образцового амперметра	А	0,98	2,03	2,92	3,96	5,16	6,05	7,10	7,80	8,90	9,8
Показание поверяемого амперметра	А	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

- а) 1,5;
- б) 2,5;
- в) 4,0.

10. При измерении напряжения 50 в были использованы три вольтметра:
 V_1 - номинальное значение 100 в; класс точности 2,5;

V_2 - номинальное значение 150 в; класс точности 1,0;

V_3 - номинальное значение 300 В; класс точности 2,5/1,5

С помощью какого вольтметра результат измерения получен с наибольшей точностью.

- а) - V_1
- б) - V_2
- в) - V_3

Билет 3

1. Международные стандарты могут применяться в России:

- а) после введения требований международного стандарта ГОСТ Р;

б) до принятия в качестве ГОСТ Р.

2. Для вступления России в ВТО необходимо:

а) создать и ввести в действие информационный центр по стандартизации;

б) гармонизировать национальную систему стандартизации с международными правилами;

в) создать национальный орган по стандартизации.

3. Добровольная сертификация проводится в системах:

а) добровольной сертификации;

б) обязательной сертификации.

4. Условия применения знака соответствия в системах сертификации определяются:

а) Госстандартом РФ;

б) заявителем;

в) договором между держателем сертификата и лицензиаром.

5. Стандартный образец:

а) однозначная мера;

б) многозначная мера;

в) магазин мер.

6. Общее руководство Государственной метрологической службой осуществляется:

а) Торгово-промышленная палата;

б) Министерство торговли;

в) Госстандарт РФ.

7. Страны – члены КОOMET сотрудничают в области:

- а) законодательной метрологии;
- б) поверочных схем;
- в) калибровки средств измерений.

8. Проведена поверка вольтметра класса точности 1,0/0.5. Номинальное значение вольтметра 300 в. Результаты поверки представлены в таблице.

Определить, соответствует ли вольтметр установленному классу точности.

Номер измерения	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Показание образцового вольтметра	В	29,1	58,2	90,6	119,3	152,6	178,9	207,5	238,5	272,4	299,2
Показание поверяемого вольтметра	В	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300

- а) да;
- б) нет.

9. Проведена поверка амперметра, имеющего аддитивную и мультипликативную погрешность. Номинальное значение амперметра 10 А. Результаты поверки представлены в таблице.

Какому классу точности соответствует амперметр.

Номер измерения	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Показание образцового амперметра	А	0,98	2,02	2,98	3,97	5,03	6,10	7,03	7,98	8,95	9,95
Показание поверяемого амперметра	А	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

- а) 0,5/ 0,1;
- б) 2,5/ 1.0;
- в) 4,0/ 2,5.

10. При измерении напряжения 50 в были использованы три вольтметра:
 V_1 - номинальное значение 75 в; класс точности 1,5;

V_2 - номинальное значение 150 в; класс точности 2,0;

V_3 - номинальное значение 100 В; класс точности 1,5/1,0

С помощью какого вольтметра результат измерения получен с наибольшей точностью.

а) - V_1

б) - V_2

в) - V_3

Билет 4

1. Организация и принципы стандартизации в РФ определены:

а) законом "О защите прав потребителей";

б) законом "О стандартизации";

в) постановлениями Правительства РФ;

г) приказами Госстандарта РФ.

2. Международные стандарты ИСО для стран-участниц имеют статус:

а) обязательный;

б) рекомендательный.

3. Обязательная сертификация в РФ введена законом:

а) "О сертификации";

б) "О защите прав потребителей";

в) "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения".

4. Номенклатуру товаров, подлежащих обязательной сертификации в РФ,

определяет:

- а) организация-потребитель;
- б) заявитель;
- в) национальный орган по сертификации.

5. Амперметр – это:

- а) прибор прямого действия;
- б) прибор сравнения;
- в) измерительная установка.

6. Единство измерений обеспечивают:

- а) ГМС;
- б) ГСВЧ;
- в) ГССО;
- г) ГССД;
- д) УНИИМ.

7. ЕВРОМЕТ объединяет:

- а) страны – члены ЕС;
- б) все европейские страны;
- в) страны Восточной Европы.

8. Проведена поверка амперметра класса точности 1,5. Номинальное значение амперметра 10 А. Результаты поверки представлены в таблице.

Определить, соответствует ли амперметр установленному классу точности.

Номер измерения	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Показание образцового амперметра	А	0,9	2,2	2,89	3,3	5,3	6,9	7,5	5,8	7,9	9,1
Показание поверяемого	А	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

амперметра											
------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- а) да;
- б) нет.

9. Проведена поверка амперметра, имеющего аддитивную погрешность. Номинальное значение амперметра 5 А. Результаты поверки представлены в таблице.

Какому классу точности соответствует амперметр.

Номер измерения	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Показание образцового амперметра	А	0,45	1,10	1,40	1,80	2,30	3,10	3,30	3,80	4,70	4,80
Показание поверяемого амперметра	А	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0

- а) 1,5;
- б) 2,5;
- в) 4,0

Билет 5

1. К функциям технических комитетов по стандартизации относится:

- а) определение концепции стандартизации в отрасли;
- б) участие в международной стандартизации;
- в) привлечение предприятий (организаций) к обязательному участию в стандартизации.

2. Какие из перечисленных товаров – объекты стандартизации МЭК:

- а) медь;
- б) диэлектрические материалы;
- в) трансформаторы.

3. Для товаров, подлежащих обязательной сертификации, ответственность за наличие сертификата и знака соответствия несет:

- а) торговая организация;
- б) изготовитель товара;
- в) испытательный центр;
- г) Госстандарт РФ.

4. Номенклатура товаров, подлежащих обязательной сертификации, распространяется на импортируемые товары:

- а) да;
- б) нет.

5. Первый в мире официально утвержденный эталон – это:

- а) "метр Архива";
- б) "килограмм Архива".

6. К государственному метрологическому контролю относится:

- а) поверка эталонов;
- б) сертификация средств измерений;
- в) лицензирование на право ремонта средств измерений.

7. Взаимному признанию национальных сертификатов поверки и калибровки средств измерений в странах - членах ЕС содействуют организации:

- а) КООМЕТ;
- б) ИСО;
- в) EAL;
- г) ВЕЛМЕТ.

8. Проведена поверка амперметра класса точности. Номинальное значение амперметра 10 А. Результаты поверки представлены в таблице. 1,5

Определить, соответствует ли амперметр установленному классу точности.

Номер измерения	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Показание образцового амперметра	А	0,9	2,2	2,89	3,3	5,3	6,9	7,5	5,8	7,9	9,1
Показание поверяемого амперметра	А	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

а) да;

б) нет.

9. Проведена поверка амперметра, имеющего мультипликативную погрешность. Номинальное значение амперметра 10 А. Результаты поверки представлены в таблице.

Какому классу точности соответствует амперметр.

Номер измерения	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Показание образцового амперметра	А	1,02	2,01	2,98	3,96	5,09	6,10	7,1	7,91	8,96	10,10
Показание поверяемого амперметра	А	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

а) 1,5;

б) 2,5;

в) 2,0.

10. При измерении напряжения 75 в были использованы три вольтметра:

V_1 - номинальное значение 100 в; класс точности 1,5;

V_2 - номинальное значение 150 в; класс точности 2,0;

V_3 - номинальное значение 300 В; класс точности 1,5/1,0

С помощью какого вольтметра результат измерения получен с наибольшей точностью.

- а) - V_1
- б) - V_2
- в) - V_3

Билет 6

1. Госнадзор контролирует на предприятии:

- а) соблюдение требований государственных стандартов;
- б) соблюдение обязательных требований государственных стандартов;
- в) сертифицированную продукцию.

2. Вас интересуют требования международных стандартов к питательной ценности пищевых продуктов. К какому документу вы обратитесь:

- а) международным стандартам ИСО;
- б) "Кодексу Алиментариус" ФАО/ВОЗ;
- в) перечню сертифицированных в РФ пищевых товаров.

3. Процедуру обязательной сертификации продукции оплачивает:

- а) заявитель;
- б) Госстандарт РФ;
- в) организация-потребитель (продавец).

4. Знаки соответствия имеют системы:

- а) обязательной сертификации;
- б) добровольной сертификации.

5. Метрологические службы предприятий имеют право выдавать сертификаты о калибровке от имени аккредитующих организаций:

- а) да;
- б) нет.

6. Для подтверждения пригодности средств измерений осуществляется:

- а) калибровка;
- б) ведомственная поверка;
- в) метрологическая аттестация.

8. Проведена поверка амперметра класса точности 1,5/1,0. Номинальное значение амперметра 10 А. Результаты поверки представлены в таблице.

Определить, соответствует ли амперметр установленному классу точности.

Номер измерения	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Показание образцового амперметра	А	0,9	2,2	2,89	3,3	5,3	6,9	7,5	5,8	7,9	9,1
Показание поверяемого амперметра	А	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

- а) да;
- б) нет.

9. Проведена поверка амперметра, имеющего аддитивную и мультипликативную погрешность. Номинальное значение амперметра 10 А. Результаты поверки представлены в таблице.

Какому классу точности соответствует амперметр.

Номер измерения	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Показание образцового амперметра	А	0,99	2,02	2,97	3,95	5,04	6,09	7,05	7,95	8,91	9,92
Показание поверяемого амперметра	А	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

- а) 1,5;

б) 2,5;

в) 4,0.

10. При измерении напряжения 100 в были использованы три вольтметра:

V_1 - номинальное значение 150 в; класс точности 1,5;

V_2 - номинальное значение 450 в; класс точности 2,0;

V_3 - номинальное значение 300 В; класс точности 1,5/1,0.

С помощью какого вольтметра результат измерения получен с наибольшей точностью.

а) - V_1

б) - V_2

в) - V_3

**Критерии выставления оценки студенту на экзамене
по дисциплине «Измерительная техника в энергетике и метрология»**

Таблица 7 – Критерии выставления оценки студенту на экзамене

Баллы (рейтингов ой оценки)	Оценка экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям <i>Дописать оценку в соответствии с компетенциями.</i> <i>Привязать к дисциплине</i>
100 - 86	«отлично»	<u>Оценка «отлично» выставляется студенту:</u> обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение применять его и владение изученным материалом; излагающему ответы полно, последовательно и логически стройно; усвоившему взаимосвязь основных и производных понятий; проявившему творческие способности в знании, умении и владении изученным материалом; знающему, умеющему и владеющему навыками приемами выполнения практических заданий и профессиональных задач; показывающему знакомство с основной и дополнительной учебной литературой; способному самостоятельно пополнять и развивать знания, умения и навыки в профессиональной деятельности

85 - 76	«хорошо»	<u>Оценка «хорошо» выставляется студенту:</u> обнаружившему системное знание, хорошее умение и владение учебным материалом; излагающему ответы грамотно и по существу заданных вопросов; не допускающему грубых неточностей; умеющему применять основные методики решения стандартных задач; способному самостоятельно пополнять умения и навыки в учебной деятельности
75 - 61	«удовлетворительно»	<u>Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту:</u> обнаружившему знание программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности; усвоившему взаимосвязь основных понятий; допускающему в ответах неточности, испытывающему затруднения при решении практических задач, способному ликвидировать пробелы в знаниях и умениях под руководством преподавателя
60 и менее	«неудовлетворительно»	<u>Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту:</u> обнаружившему большие пробелы в знании основного программного материала; допускающему принципиальные ошибки в изложении материала или в ответах на вопросы; не умеющему применять имеющиеся знания в решении практических и профессиональных задач; не владеющему основными методиками решения задач или испытывающему значительные затруднения в этом; изучившим материал в объеме, недостаточном для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности; не могущему продолжить обучение без дополнительных занятий дисциплине