

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Смоленский государственный университет»

Кафедра физики и технических дисциплин

«Утверждаю»
Проректор по учебно-
методической работе
_____ Ю.А. Устименко
«23» июня 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
Б1.О.22 Основы метрологии, стандартизации, сертификации
и контроля качества

Направление подготовки: **08.03.01 Строительство**

Направленность (профиль): **Промышленное и гражданское строительство**

Форма обучения: очно-заочная

Курс – 2

Семестр – 3

Всего зачетных единиц – 3, часов – 108

Форма отчетности: экзамен – 3 семестр

Программу разработала
кандидат педагогических наук Кислякова Е.В.

Одобрена на заседании кафедры
«16» июня 2022 г., протокол 12

Заведующий кафедрой _____ Дюндин А.В.

Смоленск
2022

1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина Основы метрологии, стандартизации, сертификации и контроля качества включена в обязательную часть образовательной программы по направлению подготовки 08.03.01 Строительство (направленность (профиль) – Промышленное и гражданское строительство).

Содержание дисциплины Основы метрологии, стандартизации, сертификации и контроля качества находится в содержательно-методической взаимосвязи с такими дисциплинами, как Теория вероятностей и математическая статистика, СМК в строительстве.

Для освоения дисциплины Основы метрологии, стандартизации, сертификации и контроля качества студент должен обладать базовыми знаниями и умениями, полученными в результате изучения таких дисциплин, как Математический анализ, Алгебра и геометрия, Физика, а также Ознакомительной практики (математическая обработка данных).

В результате изучения дисциплины Основы метрологии, стандартизации, сертификации и контроля качества студенты приобретают знания технических регламентов, СНиПов и других нормативных документов, закрепляют умения и навыки оценки погрешностей и обработки результатов измерений, необходимые для изучения дисциплин Основы организации и управления в строительстве и СМК в строительстве.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
ОПК-7 Способен использовать и совершенствовать применяемые системы менеджмента качества в производственном подразделении с применением различных методов измерения, контроля и диагностики	Знать: основы системы менеджмента качества в производственном подразделении; основы методов контроля и диагностики в строительстве; Уметь: проводить контроль качества выполненных работ; совершенствовать имеющуюся систему менеджмента качества в производственном подразделении; использовать различные методы измерений. Владеть: навыками выполнения измерений, контроля и диагностики, лежащих в основе системы менеджмента качества в производственном подразделении.
ПК-4 Способен руководить разработкой и осуществлять контроль выполнения организационно-технических и технологических мероприятий по повышению эффективности строительного производства	Знать: основные положения, нормативные акты, регулирующие строительную деятельность; технические условия, строительные нормы и правила и другие нормативные документы по проектированию, технологии, организации строительного производства; методы контроля качества строительно-монтажных работ. Уметь: анализировать технологические процессы строительно-монтажных работ с целью выявления технологических операций, подлежащих автоматизации и механизации. Владеть: навыками разработки организационно-технических и технологических мероприятий по повышению эффективности строительного производства.

3. Содержание дисциплины

Основы метрологии. Предмет изучения метрологии. Величины и их виды. Физические величины, шкалы физических величин. Размерность и размер физической величины. Системы единиц физических величин и принципы их построения. Международная система единиц физических величин. Измерения и их классификация. Средства измерений и их классификация. Метрологические характеристики средств

измерений. Класс точности. Методы измерений. Закономерности формирования результата измерения. Погрешности измерений и их источники. Случайные и систематические погрешности результатов измерений. Методы обработки однократных, многократных и косвенных измерений. Понятие метрологического обеспечения строительства, его организационная, научная и техническая основы. Эталоны и их виды. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений». Федеральный государственный метрологический надзор. Поверка и калибровка средств измерений. Поверочные схемы.

Основы технического регулирования. Закон РФ «О техническом регулировании». Технические регламенты. Государственный контроль за соблюдением требований технических регламентов. Стандартизация, ее научная и правовая база. Цели и принципы стандартизации. Методы стандартизации. Национальная, межгосударственная и международная стандартизация. Международная организация по стандартизации (ИСО). Система нормативных документов в строительстве. Подтверждение соответствия. Цели и принципы подтверждения соответствия. Формы подтверждения соответствия: добровольная и обязательная сертификация, декларирование соответствия. Схемы сертификации продукции, работ и услуг. Системы сертификации. Органы по сертификации, испытательные лаборатории и их аккредитация. Правила и порядок проведения сертификации. Сертификация на международном, региональном и национальном уровнях.

Основы контроля качества. Качество, показатели качества. Качество продукции и закон «О защите прав потребителей». Системы менеджмента качества и их сертификация. Стандарты ISO 9000. Контроль качества в строительстве.

4. Тематический план

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий		
			Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа
1.	Основы метрологии	44	6	6	32
1.1.	Введение в метрологию. Физические величины. Системы единиц физических величин	12	4	–	8
1.2.	Средства и методы измерений	10	–	2	8
1.3.	Обработка результатов измерений	12	–	4	8
1.4.	Основы метрологического обеспечения	10	2	–	8
2.	Основы технического регулирования	28	2	2	24
2.1	Техническое регулирование	8	–	–	8
2.2	Стандартизация	10	–	2	8
2.3	Подтверждение соответствия	10	2	–	8
3.	Основы контроля качества	9	2	2	5
3.1	Качество и его оценка	4	–	2	2
3.2	Системы менеджмент качества	5	2	–	3
4.	Подготовка к экзамену	27	–	–	27
	Итого	108	10	10	61+27

5. Виды образовательной деятельности

Занятия лекционного типа

Лекция №1,2. *Введение в метрологию. Физические величины и шкалы измерений.* Введение. Предмет изучения метрологии. Краткая историческая справка. Величины и их виды. Физические величины. Измерительные шкалы физических величин. Размерность физической величины. Системы физических величин. Единица измерения физической величины. Размер физической величины. Системы единиц физических величин. Международная система единиц (СИ). Принципы построения СИ. Основные единицы СИ.

Лекция №3. *Метрологическое обеспечение.* Понятие и основы метрологического обеспечения. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений». Федеральный государственный метрологический надзор. Государственная метрологическая служба РФ. Метрологические службы юридических лиц. Понятие эталона. Виды эталонов. Сличение эталонов. Испытания средств измерений. Утверждение типа средства измерения, поверка и калибровка.

Лекция №4. *Подтверждение соответствия.* Подтверждение соответствия. Цели и принципы подтверждения соответствия. Формы подтверждения соответствия: обязательная и добровольная сертификация, декларирование соответствия. Схемы сертификации продукции, работ и услуг. Системы сертификации. Испытательные лаборатории, их аккредитация. Порядок и правила проведения сертификации.

Лекция №5. *Системы менеджмента качества.* Понятие менеджмента качества. Системы менеджмента качества. Стандарты ИСО 9000. Сертификация систем менеджмента качества.

Занятия семинарского типа

Практическое занятие №1. Средства и методы измерений

Вопросы для подготовки к занятию

- 1) Дайте определения измерения физической величины. По каким признакам классифицируют измерения? Приведите примеры классификаций.
- 2) Дайте определения средства измерений. На какие виды подразделяются средства измерений в зависимости от их функционального назначения?
- 3) Чем измерительный прибор отличается от измерительного преобразователя? Приведите примеры измерительных приборов, используемых в строительстве.
- 4) Дайте определение метрологических характеристик средств измерений. Перечислите группы метрологических характеристик и приведите примеры.
- 5) Дайте определение класса точности. Как определяется класс точности прибора в случае мультипликативной, аддитивной и смешанной полосы погрешностей? Как в этих случаях обозначается класс точности на приборе?
- 6) В чем отличие метода измерения от принципа? Какие методы измерения существуют? Приведите примеры различных методов измерений.

Практические задания

- 1) Сопротивление резистора вычисляется по закону Ома на основании измерений силы тока и напряжения, проведенных при помощи цифровых амперметра и вольтметра. Измерения силы тока и напряжения проводятся за короткий промежуток времени, ЭДС источника питания и условия проведения измерений можно считать неизменными. Классифицируйте измерение каждой из величин в этой процедуре, если сопротивление измеряется один раз или 3 раза через равные промежутки времени.
- 2) В наличии имеются 3 вольтметра. Первый вольтметр класса точности 1,0 с пределом измерения 250 В, второй – 3,0 и 300 В, третий – 0,8/0,6 с поддиапазонами измерения 400 и 1000 В. Определите, какие вольтметры подойдут для измерения напряжения 200 В с относительной погрешностью не более 2%?
- 3) Силу тока 75 мА измеряют двумя амперметрами. У первого класс точности 0,5 и предел измерения 100 мА. У второго класс точности ① и предел измерения 500 мА. Чему

равна наибольшая возможная разница показаний амперметров?

4) Если при измерении сопротивления 150 Ом омметром с пределом измерения 3000 Ом получили показания образцового прибора $150,15 \text{ Ом}$, то чему равен класс точности омметра?

5) Если при поверке вольтметра с пределом измерения 700 В в точках $100, 200, 300, 400, 500 \text{ В}$ получили соответственно следующие показания образцового прибора: $99,5; 200,2; 301,4; 400,5; 499,9 \text{ В}$, то чему равен класс точности вольтметра?

Практическое занятие №2,3. Обработка результатов измерений

Вопросы для подготовки к занятию

1) Что называют погрешностью результата измерения? Какие классификации погрешностей существуют в метрологии?

2) Каковы правила округления результатов измерений и погрешностей?

3) Какие существуют методы исключения систематических погрешностей при планировании и проведении эксперимента? Приведите примеры их практического использования.

4) На какой аналогии основывается теория случайных погрешностей? Что является оценкой истинного значения величины и среднего квадратического отклонения?

5) В чем состоит метод квантильной оценки границ случайной погрешности? Дайте определения квантили, доверительного интервала, доверительной вероятности.

6) Перечислите основные этапы статической обработки многократных измерений и раскройте их содержание.

7) Как проводится обработка результатов косвенных измерений?

Практические задания

1) В соответствии с техническим заданием по эскизам выполнена партия изделий (болты) в количестве 10 шт. Измерьте микрометром действительные размеры болтов и проведите статистическую обработку результатов измерений в соответствии с алгоритмом.

2) Обработайте результаты многократных прямых измерений силы тока, если они проведены одним и тем же прибором за достаточно малый промежуток времени. При измерении получены следующие результаты (в мА): $10,07; 10,10; 10,15; 10,16; 10,17; 10,20; 10,40; 10,13; 10,12; 10,08$. Полученная совокупность результатов свободна от систематических погрешностей и подчиняется нормальному закону распределения.

3) При измерении напряжения показания вольтметра $U_v = 21,6 \text{ В}$. Поправка к показаниям прибора $U_n = +0,2 \text{ В}$. Определите значение погрешности измерения и погрешности средства измерения, если действительное значение напряжения $U = 21,53 \text{ В}$.

4) Мощность P , выделяемая при прохождении тока через резистор сопротивлением R_n , вычисляется по формуле $P = I^2 \cdot R$. Значения тока и сопротивления резистора найдены путем прямых измерений и определены пределы их относительных погрешностей $\delta_I = \pm 0,5\%$ и $\delta_R = \pm 1\%$. Определите пределы относительной погрешности, с которыми будет измерена мощность, выделяемая на резисторе.

Практическое занятие №4. Стандартизация

Вопросы для подготовки к занятию

1) Что такое стандартизация? Назовите цели и принципы стандартизации.

2) Что является объектами и областью стандартизации? Приведите примеры. Как формулируется типовая задача стандартизации?

3) Какие существуют методы стандартизации? Дайте их краткую характеристику и приведите примеры использования в строительстве.

4) Кто осуществляет государственное управление деятельностью по стандартизации в РФ? Кто организует работы по стандартизации в области строительства?

5) Какие документы в области стандартизации используются на территории РФ?

Дайте краткую характеристику каждого документа.

6) Что такое Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации? Когда и для каких целей была создана эта организация, каковы ее функции сегодня?

7) Когда и для каких целей была создана Международная организация по сертификации? Является ли РФ членом ISO? Каковы функции этой организации сегодня?

8) Какова структура Международной организации по стандартизации ISO? Какие функции выполняют комитеты, находящиеся в подчинении совета ISO?

9) Каковы функции Международной электротехнической комиссии МЭК?

Практические задания

1) Получите максимально возможную информацию с упаковки или этикетки строительного материала (производитель, назначение, состав, дата изготовления и срок годности, сведения о соответствии стандартам и иным требованиям, правила хранения, транспортировки, утилизации и пр.), включая информацию, которую несут маркировочные знаки. При выполнении задания можно использовать ресурсы сети Internet.

2) Изучите правила штрихкодирования информации. Рассмотрите представленные штрихкоды товаров, полученные сведения занесите в таблицу.

Информация о товаре, заложенная в штрихкоде

№ товара	Вид штрихкода	Цифровой код страны	Цифровой код изготовителя	Цифровой код товара	Цифра контрольного разряда
1.					

Проверьте подлинность штрихкодов по контрольному разряду.

Практическое занятие №5. Качество и его оценка.

Вопросы для подготовки к занятию

1) Дайте определение качества. Из каких этапов состоит контроль качества продукции?

2) Что понимают под показателем качества? Какие существуют группы показателей качества? Приведите примеры.

3) Что понимают под областью разрешенных значений показателя качества?

4) Как оценить качество партии изделий статистическими методами?

Практические задания

Оцените качество партий изделий (болтов) из 100 шт. методами статистического контроля

Самостоятельная работа

1. Перечень вопросов, выносимых на самостоятельное изучение

1) Понятие измерения. Классификация измерений.

2) Методы измерений.

3) Средства измерений. Выбор средств измерений.

4) Метрологические характеристики средств измерений. Класс точности.

5) Понятие погрешности. Классификация погрешностей.

6) Методы исключения и компенсации систематических погрешностей.

7) Промахи и их обнаружение.

8) Случайные погрешности. Методы оценки случайных погрешностей.

9) Обработка результатов многократных измерений.

10) Косвенные измерения. Методы оценки погрешности косвенных измерений.

11) Совместные измерения. Методы оценки погрешности совместных измерений.

Метод наименьших квадратов.

12) Федеральный закон РФ «О техническом регулировании». Принципы технического регулирования.

13) Технические регламенты. Государственный контроль за соблюдением требований технических регламентов.

14) Стандартизация. Научная основа стандартизации.

15) Правовые основы стандартизации. Цели и принципы стандартизации.

16) Национальная, межгосударственная и международная стандартизация.

17) Методы стандартизации. Унификация. Унификация построением рядов. Типизация.

Агрегатирование.

18) Понятие качества. Показатели качества.

19) Методы оценки качества партии изделий.

2. Задания для самостоятельной работы

Тема №1.1. Физические величины и шкалы измерений. Международная система единиц физических величин

1) Заполните таблицу.

Характеристика шкал физических величин

Наименование шкалы	Свойства физических величин	Начало отсчета	Единица измерения	Пример

Отнесите к одной из пяти шкал приведенные ниже величины: сила ветра по шкале Бофора; твердость минералов по шкале Мооса; температура по шкале Фаренгейта; температура по шкале Кельвина; давление и температура в автоклаве; влажность воздуха в помещении; напряжение на выходе трансформатора; коэффициент полезного действия.

2) Определите размерность и единицу измерения в СИ производных физических величин: импульс, момент импульса, сила, момент силы, механическое напряжение, давление, работа, энергия, мощность.

3) Заполните таблицу.

Характеристика основных единиц СИ

Наименование единицы измерения	Физическая величина	Обозначение	Размерность	Определение

Тема №1.2. Средства и методы измерений

1) Заполните таблицу.

Классификация средств измерений

Классификационный признак	Классы средств измерений	Определения	Примеры

2) Для установления зависимости длины металлического стержня от температуры были проведены совместные измерения. Результаты измерений представлены в таблице.

Результаты совместных измерений длины и температуры

$l, 10^{-3} \text{ м}$	89,20	89,22	89,24	89,25	89,27	89,29	89,31	89,32	89,34
$t, ^\circ \text{C}$	20	30	40	50	60	70	80	90	100

Методом наименьших квадратов определите линейный коэффициент теплового расширения металла α и длину стержня при температуре 0°C .

3) Расшифруйте условные обозначения классов точности: $0,5$; $1,5/_{0,5}$, ④ . Определите абсолютную и относительную погрешности измерения напряжения 15 В , если условное

обозначение класса точности имеет вид, приведенный выше, а пределы измерений вольтметра от 0 до 100 В.

Тема № 1.3. Обработка результатов измерений

1) Составьте краткий конспект по теме «Случайные величины», включив в него следующие пункты: 1) Случайная величина. Дискретные и непрерывные случайные величины. 2) Закон распределения случайной величины. Ряд распределения дискретной случайной величины. Дифференциальный и интегральный законы распределения непрерывной случайной величины. 3) Нормальный закон распределения случайной величины. 4) Математическое ожидание и дисперсия случайной величины.

2) При помощи цифрового вольтметра с дискретностью отсчета 0,2 В получены следующие значения напряжения (в В): 3,2; 5,0; 4,6; 3,2; 3,8; 4,4; 4,8; 5,0; 4,8; 3,4. Постройте ряд распределения, вычислите математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение результатов.

3) Запишите правильно следующие результаты измерений:

$$I = 0,045 \text{ кг} \cdot \text{м}^2, \Delta I = \pm 0,00367 \text{ кг} \cdot \text{м}^2; M = 2456,789 \text{ Н} \cdot \text{м}, \Delta M = \pm 12,79 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$I = 2,789 \text{ А}, \Delta I = \pm 0,46 \text{ А}; U = 3,4567 \cdot 10^2 \text{ В}, \Delta U = 4,78 \cdot 10^{-1} \text{ В}.$$

Тема № 1.4. Метрологическое обеспечение

1) При поверке амперметра класса точности 1,5 с пределом измерения $I_K = 10 \text{ А}$ на отметке 5А показания образцового амперметра с таким же пределом измерения и классом точности 0,1 были 5,12 А. Определить, соответствует ли поверяемый амперметр своему классу точности.

2) Изучите поверочную схему и ответьте письменно на следующие вопросы:

- поверка какого средства измерений проводится по данной схеме?
- каким нормативным документом установлена данная поверочная схема?
- данная поверочная схема является государственной или локальной?
- как расшифровываются используемые в поверочной схеме обозначения?
- какие используются методы поверки и как они обозначены на схеме?
- какие группы рабочих средств измерений в зависимости от их точности выделены на данной поверочной схеме?
- как на схеме обозначены допустимые значения погрешностей?

3) Изучите содержание документа ПР 50-732-93. Типовое положение о метрологической службе государственных органов управления РФ и юридических лиц и заполните таблицу.

Метрологические службы юридических лиц

Положение Правил	Номер статьи	Краткое описание
Метрологическая служба юридического лица		
Положение о метрологической службе юридического лица		
Задачи метрологической службы юридического лица		
Права метрологической службы юридического лица		
Обязанности метрологической службы юридического лица		

Тема №2.1. Техническое регулирование

1) Изучите содержание Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»

2) Используя текст ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» заполните таблицу.

Требования к безопасности зданий и сооружений

Требование безопасности	№	Краткое	Нормативный

	статьи ТР	содержани е	документ, конкретизирующи й положение ТР
Механическая безопасность			
....			

Тема №2.2. Стандартизация

1) Изучите официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии www.gost.ru. Составьте краткий конспект, в который включите информацию о функциях, структуре и основных направлениях деятельности Росстандарта.

2) Изучите официальный сайт Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации www.easc.by. Какие межгосударственные стандарты в области строительства были приняты Советом?

3) На официальном сайте ISO www.iso.org найдите информацию о технических комитетах, занимающихся разработкой стандартов в области строительства. Какие стандарты и серии стандартов в области строительства разработаны ISO, какие из них приняты к применению в РФ?

Тема №2.3. Подтверждение соответствия

1) Изучите сертификат соответствия и составьте его описание в соответствии с планом: система сертификации, в которой выдан сертификат; знак (логотип) системы сертификации; орган по сертификации, выдавший сертификат; срок действия сертификата; наименование продукции; изготовитель продукции; нормативные документы, которым соответствует продукция; документы, на основании которых выдан сертификат; характер системы сертификации (обязательная или добровольная сертификация). На основании анализа сертификата соответствия сделайте вывод о его годности.

2) Изучите содержание документа РДС 10-232-94 «Порядок проведения сертификации продукции в строительстве». Заполните таблицу.

Схемы проведения сертификации продукции в строительстве

№ схемы	Объект сертификации	Испытания	Проверка производства	Инспекционный контроль

В каких случаях применяется каждая из представленных схем проведения сертификации?

3) Используя рекомендованную литературу, заполните таблицу.

Схемы сертификации работ и услуг

Номер схемы	Оценка выполнения работ и оказания услуг	Проверка (испытание) результатов работ и услуг	Инспекционный контроль сертифицированных работ и услуг

Тема №3.1. Качество и его оценка

1) Изучите содержание ГОСТ 4.200-78 Система показателей качества продукции (СПКП). Строительство. Основные положения.

2) В представленной ниже таблице отметьте применимость основных видов показателей качества к группам строительной продукции. Для каждого вида показателей качества приведите не менее 2-ух конкретных примеров для каждого вида строительной продукции.

Применимость основных показателей качества

Наименование основных видов показателей качества	Группа продукции				
	Строи- тельные	Строитель- ные	Инженерное оборудова-	Оснастка и инстру-	Здания, сооруже-

	<i>материалы</i>	<i>конструкции</i>	<i>ние зданий и сооружений</i>	<i>мент</i>	<i>ния и их элементы</i>
Ремонтопригодности					
Транспортабельности					
Совместимости					
Эргономические					
Эстетические					
Однородности					
Патентно-правовые					

Тема №3.2. Системы менеджмента качества

1) Изучите содержание стандартов ISO 9000. Опишите модель системы менеджмента качества в соответствии с процессным подходом и требованиями стандарта ISO 9001:2015.

2) Японский профессор Каору Исикава из всего многообразия статистических методов контроля качества выделил семь наиболее простых и наглядных. Данные методы получили название инструментов контроля качества: контрольный листок, гистограмма, диаграмма рассеивания, метод расщепления данных, диаграмма Парето, диаграмма Исикавы, контрольная карта. Изучите семь инструментов качества Исикавы и приведите примеры их практического применения для улучшения качества продукции и работ в области строительства.

6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины (модуля)

6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

1. Ответ на теоретический вопрос на практическом занятии (перечень теоретических вопросов к каждому занятию приведен в планах практических занятий).

Критерии оценки ответа на теоретический вопрос

Показатель	Количество баллов
1) Полнота и глубина ответа (усвоенные теории, понятия, факты и пр.)	1
2) Сознательность ответа (понимание излагаемого материала)	1
3) Логика изложения материала (умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией)	1
4) Умение приводить примеры использования описанных явлений, теорий и устройств в технической гидравлике	1
5) Использование при подготовке ответа на вопрос дополнительных источников информации	0,5
6) Наличие конспекта ответа на вопрос	0,5
Итоговая (суммарная) оценка	Max - 5

Оценка «зачтено» - 3 балла и более; оценка «не зачтено» - менее 3 баллов.

2. Выполнение заданий для самостоятельной работы (перечень заданий для самостоятельной работы к каждому занятию приведен в планах практических занятий)

Критерии оценивания выполнения заданий для самостоятельной работы

Показатель	Количество баллов
1) Полнота и глубина изложения ответа (усвоенные теории, понятия, факты)	1
2) Логика изложения материала	1
3) Примеры использования описанных явлений, теорий и устройств на практике	1
4) Использование при подготовке ответа на вопрос дополнительных источников информации	1
5) Оформление работы	1
Итоговая (суммарная) оценка	Max - 5

Оценка «зачтено» - 3 балла и более; оценка «не зачтено» - менее 3 баллов.

3. Проверочная работа

Вариант №1

1. Ответьте на вопросы теста:

1. Физическая величина, входящая в систему величин и определяемая через основные величины посредством уравнения связи называется:

- а) основной; б) производной; в) когерентной; г) размерной.

2. Температура воздуха в градусах Цельсия определяется по шкале:

- а) наименований; б) абсолютной; в) интервалов; г) порядка.

3. Размерность плотности вещества имеет вид:

- а) $M \cdot L^{-3}$; б) $M \cdot L^3$; в) $M \cdot L \cdot T^{-2}$; г) $M \cdot L^2 \cdot T^{-2}$.

4. По взаимодействию средства измерения с объектом измерения разделяют на

- а) статические и динамические; б) абсолютные и относительные;
в) контактные и бесконтактные; г) совместные и совокупные.

5. Для оценки погрешности измерения наиболее удобным описанием закона распределения случайных погрешностей является его выражение:

- а) графиком; б) числовыми характеристиками m_x и D_x ;
в) таблицей; г) функцией распределения.

6. Если при измерении границы неисключенных систематических погрешностей (НСП) Q оказались больше среднеквадратического отклонения в 9 раз, то границы погрешности результата измерения D следует принимать:

а) $D = e$, где e – доверительные границы случайной составляющей погрешности измерений;

б) $D = Q$;

в) $D = k(Q + e)$, где k – коэффициент, зависящий от заданной доверительной вероятности P ;

г) $D = D_{Cu}$, где D_{Cu} – предел допускаемой погрешности средства измерений.

7. Наименования внесистемных единиц величин, допускаемых к применению в РФ наравне с единицами величин Международной системы СИ, их обозначения и правила применения устанавливаются:

- а) Правительством РФ;
б) Министерствами соответствующих отраслей;

в) научными метрологическими институтами;

г) Президентом РФ.

8. Участие в разработке проектов нормативных документов в области обеспечения единства измерений является одной из основных задач:

а) государственных региональных центров метрологии;

б) метрологических служб юридических лиц;

в) государственных научных метрологических институтов;

г) федеральных органов исполнительной власти.

9. Размер, указываемый на чертеже детали, называется:

а) номинальным; б) действительным; в) предельным; г) оптимальным.

10. Верхнее отклонение отверстия имеет обозначение:

а) ES ; б) es ; в) EI ; г) ei .

11. Федеральный закон, регулирующий правовые отношения в области установления обязательных требований к продукции и оценки соответствия продукции выдвинутым требованиям, называется

а) О стандартизации; б) О сертификации продукции;

в) О техническом регулировании; г) О защите прав потребителей.

12. В соответствии с законом РФ «О техническом регулировании» одним из принципов технического регулирования является:

а) защита жизни и здоровья граждан;

б) соответствие технического регулирования уровню развития национальной экономики, материально-технической базы, научно-технического развития;

в) обеспечение энергосбережения;

г) защита государственного и муниципального имущества.

13. Для целей совершенствования производства и обеспечения качества продукции, выполнения работ и оказания услуг коммерческими, общественными и другими организациями могут разрабатываться самостоятельно:

а) стандарты организаций; б) национальные стандарты;

в) нормы и рекомендации в области стандартизации; г) своды правил.

14. В соответствии с законом РФ «О техническом регулировании» одним из принципов стандартизации является:

а) повышение уровня безопасности жизни и здоровья животных и растений;

б) обеспечение взаимозаменяемости технических средств;

в) повышение уровня безопасности жизни и здоровья граждан;

г) недопустимость создания препятствий производству и обращению продукции, выполнению работ и оказанию услуг в большей степени, чем это необходимо для выполнения целей стандартизации.

15. Снизить сроки проектирования и освоения производства *новых* изделий в 2-3 раза позволяет:

а) агрегатирование; б) типизация;

в) унификация; г) симплификация.

16. Международной организацией по стандартизации электронного оборудования типового и производственного назначения является:

а) Международная организация по стандартизации (ИСО);

б) Международный союз электросвязи (МСЭ);

в) Международная электротехническая комиссия (МЭК);

г) Международная организация мер и весов (МОМВ).

17. К принципам подтверждения соответствия, установленным в законе «О техническом регулировании», относятся:

а) удостоверение соответствия продукции техническим регламентам, стандартам, сводам правил и условиям договоров;

б) создание условий для осуществления международного сотрудничества и торговли;
 в) недопустимость принуждения к осуществлению добровольного подтверждения соответствия;

г) уменьшение сроков осуществления обязательного подтверждения соответствия и затрат потребителя.

18. Перечень действий участников подтверждения соответствия, результаты которых рассматриваются в качестве доказательств соответствия продукции и иных объектов установленным требованиям, называется:

- а) техническим регулированием; б) схемой сертификации;
 в) формой подтверждения соответствия; г) системой сертификации.

19. К основным этапам сертификации относятся:

- а) заявка на сертификацию;
 б) ведение реестра сертифицированных объектов;
 в) инспекционный контроль за сертифицированным объектом;
 г) апелляция на решение по сертификации.

20. Участниками типовой системы сертификации являются:

- а) исполнительное бюро; б) технические комитеты;
 в) испытательные лаборатории; г) заявители.

II. Решите задачи:

11. В наличии имеются 3 миллиамперметра. Первый миллиамперметр класса точности 1,0 с пределом измерения 200 мА, второй – 2 и 300 мА, третий – 0,6/0,2 с поддиапазонами измерения 400 и 800 мА. Определите, какие миллиамперметры подойдут для измерения силы тока 200 мА с относительной погрешностью не более 1%?

12. При измерении напряжения показания вольтметра $U_V = 21,6 В$. Поправка к показаниям прибора $U_n = -0,2 В$. Определите значение погрешности измерения и погрешности средства измерения, если действительное значение напряжения $U = 21,53 В$.

13. При поверке амперметра класса точности 1,5 с пределом измерения $I_K = 10 А$ на отметке 5А показания образцового амперметра с таким же пределом измерения были 5,12 А. Определить, соответствует ли поверяемый амперметр своему классу точности.

Критерии оценивания проверочной работы:

Правильный ответ на вопрос теста оценивается в 0,1 балла. Таким образом, за тестовую часть проверочной работы студент может получить максимум 2 балла.

Правильное решение задачи оценивается в 1 балл. Таким образом, за решение задач студент может получить 3 балла.

Критерии оценивания решения задачи

Показатель	Количество баллов
1) Приведена краткая форма условия задачи, включающая перевод единиц измерения в СИ.	0,1
2) Выполнен рисунок к условию задачи, на котором обозначены все необходимые физические и геометрические параметры задачи	0,1
3) Проведен анализ условия задачи, включающий указание основных явлений, о которых идет речь в задаче, а также законов, положенных в основу решения задачи	0,3
4) Записаны математические уравнения законов, используемых при решении задачи	0,2
5) Приведено решение математических уравнений и получен численный ответ на вопрос задачи	0,3

Итоговая (суммарная) оценка	Max - 1
-----------------------------	---------

Итоговая оценка за проверочную работу равна сумме набранных баллов с учетом округления.

6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Предмет изучения и история развития метрологии, стандартизации и подтверждения соответствия.
2. Величины и их виды. Физические величины. Шкалы физических величин.
3. Размерность и размер физической величины. Принципы построения систем единиц физических величин. Международная система единиц физических величин.
4. Понятие измерения. Классификация измерений. Средства измерений и их классификация.
5. Метрологические характеристики средств измерений. Класс точности.
6. Методы измерений. Понятие принципа измерений.
7. Понятие погрешности измерений. Классификация погрешностей.
8. Определение случайных погрешностей результатов измерений.
9. Факторы, влияющие на систематическую погрешность. Методы исключения систематических погрешностей при планировании и выполнении измерений.
10. Статистическая обработка результатов однократных, многократных и косвенных измерений.
11. Метрологическое обеспечение. Организационные, научные и технические основы метрологического обеспечения. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений».
12. Испытания средств измерений. Утверждение типа, поверка и калибровка. Поверочные схемы.
13. Метрологические службы юридических лиц.
14. Государственная метрологическая служба РФ. Международные организации в области метрологии.
15. Федеральный закон «О техническом регулировании». Технические регламенты и контроль за соблюдением требований технических регламентов.
16. Научные основы, цели и принципы стандартизации. Правовые основы стандартизации.
17. Национальная система стандартизации РФ.
18. Межгосударственная и международная стандартизация.
19. Методы стандартизации.
20. Понятие, цели, принципы и формы подтверждения соответствия.
21. Схемы сертификации продукции, работ и услуг.
22. Системы сертификации. Система сертификации ГОСТ Р.
23. Органы по сертификации и испытательные лаборатории, их аккредитация.
24. Правила и порядок проведения сертификации.
25. Понятие качества, оценка качества. Закон «О защите прав потребителей».
26. Системы менеджмента качества и их сертификация.

Задачи для подготовки к экзамену

Задача №1. Определите абсолютную и относительную погрешности измерения напряжения вольтметром при положениях переключателя рода работы на постоянном и переменном токах, если прибор показывает в первом случае 128 В, во втором 120 В при напряжении 127 В.

Задача №2. Определите приведенную, относительную и абсолютную погрешности амперметра, если его диапазон измерений от -5 А до $+5$ А, значение поверяемой отметки шкалы равно 3 А, а действительное значение измеряемой величины – 2,98 А.

Задача №3. Имеются три измерительных прибора: 1) аналоговый вольтметр с классом точности 0,05, пределами измерения от 0 до 100 мВ и показаниями 50 мВ; 2) цифровой вольтметр

с классом точности 0,2/0,1, диапазоном измерений от 0 до 30 В и показаниями 20 В; 3) мультиметр с классом точности 0,5, пределами измерений от -10 В до 30 В и показаниями 10 В. Для каждого прибора определите абсолютную, относительную и приведенную погрешности. Какой из указанных приборов является самым точным?

Задача №4. При поверке амперметра с пределом измерения 5 А в точках шкалы 1,2,3,4,5 А получены следующие показания образцового прибора: 0,99 А, 2,02 А, 3,04 А, 4,05 А, 4,93 А. Определите абсолютную, относительную и приведенную погрешности в каждой точке шкалы, а также класс точности амперметра.

Задача №5. При поверке дистанционного парогазового термометра класса точности 2,5 с пределом измерений 100°С были получены следующие показания образцового термометра в оцифрованных точках поверяемого:

Точки шкалы поверяемого прибора, °С	0	20	40	60	80	100
Показания образцового при повышении t , °С	0,1	12	40	59	76	98
Показания образцового при понижении t , °С	0	22	41	60	77	97

Оценить годность дистанционного термометра.

Задача №6. Определите систематическую погрешность измерения напряжения источника тока, обусловленную наличием внутреннего сопротивления вольтметра. Внутреннее сопротивление источника 50 Ом, сопротивление вольтметра 5 кОм, показания вольтметра 12,2 В.

Задача №7. Методом амперметра и вольтметра измеряется сопротивление резистора R_X . Показания амперметра $I = 3$ А, вольтметра $U = 7,5$ В. Внесите в результат измерения поправку на методическую погрешность измерения R_X , если известно, что $R_A = 0,2$ Ом, а $R_V = 1000$ Ом. Определите величину относительной методической погрешности, если не вводить поправку на методическую погрешность.

Задача №8. Проведены многократные измерения напряжения, в результате получены следующие значения: 101 В, 103 В, 103 В, 107 В, 102 В. Определите, есть ли среди найденных значений промахи?

Задача №9. Проведены многократные измерения диаметра серии болтов, в результате получены значения: 18,31; 18,30; 18,32; 18,31; 18,33; 18,30; 18,31; 18,32; 18,29; 18,32; 18,31; 18,28; 18,33; 18,38; 18,32; 18,30; 18,34; 18,30; 18,30; 18,32; 18,34; 18,31; 18,32; 18,33; 18,31.

Определите, есть ли среди результатов измерений промахи. Постройте гистограмму и выясните, подчиняются ли результаты измерений закону нормального распределения.

Задача №10. При многократном измерении уровня жидкости в технологическом резервуаре получены значения в м: 64; 64,25; 64,3; 64,4; 65,0; 64,5; 64,9; 63,7; 64,8. Укажите доверительные границы истинного значения уровня с вероятностью $P = 0,95$. Считать, что результаты измерений подчиняются нормальному закону распределения и не содержат систематических погрешностей.

Задача №11. При измерении силы тока при помощи миллиамперметра возникли следующие погрешности: погрешность прибора 0,02 мА, погрешность отсчета 0,02 мА, методическая погрешность 0,1 мА. Среднее квадратическое отклонение отдельных результатов измерений 0,05 мА. Оцените полную погрешность измерения с вероятностью 95%, если было проведено 9 измерений.

Задача №12. Измерение мощности нагревателя калориметра производилось косвенным методом по показателям амперметра и вольтметра. Оба прибора имеют класс точности 0,5 и работают в нормальных условиях. Предел измерения амперметра $I_K = 5$ А, предел

измерения вольтметра $U_K = 30$ В, а показания приборов были, соответственно, 3,5А и 24 В. Определить погрешность, с которой измерена мощность и запишите результат измерения в стандартном виде.

Задача № 13. Определите абсолютную и относительную погрешности косвенных измерений:

$$y = 2(a + b) c^2 / (d - e); \quad y = 3ab^2 / (c - d + e); \quad y = 4ab^2 c^3 / (d - e)$$

$$\Delta a = 1, a = 50, \Delta b = 3, b = 90, \Delta c = 2, c = 60, \Delta d = 2, d = 70, \Delta e = 1, e = 40.$$

Критерии оценки на экзамене

Оценка «отлично» выставляется студенту, который: глубоко и прочно усвоил программный материал в полном объеме, исчерпывающе, грамотно и логически стройно его излагает, четко формулирует основные понятия, приводит соответствующие примеры, уверенно владеет методологией курса, свободно ориентируется в его внутренней структуре, четко выявляет межпредметные связи с другими учебными дисциплинами; умеет творчески иллюстрировать теоретические положения курса примерами, применять теоретические знания к решению практических задач; хорошо владеет современными методами исследования, способен к самостоятельному пополнению и обновлению знаний.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, который: твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его без существенных ошибок, правильно применяет теоретические положения при решении конкретных задач, с небольшими погрешностями приводит формулировки определений, не допускает существенных неточностей при выборе и обоснованности методов решения задач; владеет методологией и методами исследования, устанавливает внутренние и межпредметные связи, умеет увязывать теорию с практикой; по ходу изложения допускает небольшие неточности, не искажающие содержания ответа.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, который не совсем твердо владеет программным материалом, знает основные теоретические положения изучаемого курса, обладает достаточными для продолжения обучения и предстоящей профессиональной деятельности знаниями. При ответах допускает малосущественные погрешности, искажения логической последовательности при изложении материала, неточную аргументацию теоретических положений курса, испытывает затруднения при решении практических задач.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, имеющему серьезные пробелы в знании учебного материала, допускающему принципиальные ошибки при выполнении предусмотренных программой контрольных заданий. Уровень знаний недостаточен для дальнейшей учебы и будущей профессиональной деятельности.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

7.1. Основная литература

1. Сергеев А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация в 2 ч. Часть 1. Метрология: учебник и практикум для вузов / А. Г. Сергеев. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 324 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/451931>.

2. Сергеев А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация в 2 ч. Часть 2. Стандартизация и сертификация: учебник и практикум для вузов / А. Г. Сергеев, В.В. Терегеря. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 325 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/451932>.

7.2. Дополнительная литература

1. Жуков В.К. Метрология. Теория измерений: учебное пособие для вузов / В.К. Жуков. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 414 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/451396>.

2. Атрошенко Ю. К. Метрология, стандартизация и сертификация. Сборник лабораторных и практических работ: учебное пособие для вузов / Ю.К. Атрошенко, Е.В. Кравченко. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 176 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/451450>.

3. Метрология. Теория измерений: учебник для академического бакалавриата / В.А. Мещеряков, Е.А. Бадеева, Е.В. Шалобаев. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 167 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/434719>.

4. Радкевич Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация в 3 ч. Часть 1. Метрология: учебник для вузов / Я.М. Радкевич, А.Г. Схиртладзе. – Москва : Издательство Юрайт, 2020. – 235 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/451772>.

5. Радкевич Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация в 3 ч. Часть 2. Стандартизация: учебник для вузов / Я.М. Радкевич, А.Г. Схиртладзе. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 481 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/451785>.

6. Радкевич Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация в 3 ч. Часть 3. Сертификация: учебник для вузов / Я.М. Радкевич, А.Г. Схиртладзе. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 132 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/451786>.

7. Волегов А. С. Метрология и измерительная техника: электронные средства измерений электрических величин: учебное пособие для вузов / А.С. Волегов, Д.С. Незнахин, Е.А. Степанова. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 103 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/453271>.

8. Кислякова Е.В. Основы метрологии, стандартизации, сертификации и контроля качества: Учебно-методическое пособие. – Смоленск: Изд-во СмолГУ, 2013.

7.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. www.eas.by – официальный сайт Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации.

2. www.gost.ru – официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.

3. www.iso.org/iso/ru – официальный сайт Международной организации по стандартизации (русскоязычная версия).

4. www.vniim.ru – официальный сайт Всероссийского научно-исследовательского института метрологии имени Д.И. Менделеева.

8. Материально-техническое обеспечение

Лекционные, практические занятия и самостоятельная работа студентов проводятся в ауд. № 06 уч. корпуса №3, оборудованной интерактивной доской и компьютерами с установленным пакетом *MS Office* и выходом в Интернет.

9. Программное обеспечение

При обработке результатов многократных измерений и оценке качества партии изделий статистическими методами используется табличный редактор *MS Excel*.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0
Владелец: Артеменков Михаил Николаевич
Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022