

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
«09» сентября 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
Б1.О.24 Метрология, стандартизация и сертификация

Направление подготовки: **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Радиоэлектронные системы и комплексы**
Форма обучения: очная
Курс – 2
Семестр – 3
Всего зачетных единиц – 3, часов – 108.
Форма отчетности: экзамен – 3 семестр

Программу разработал: кандидат технических наук, доцент Царегородцев Е.Л.

Одобрена на заседании кафедры
«02» сентября 2021 г., протокол № 1

Смоленск
2021

1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Метрология, стандартизации и сертификация» включена в обязательную часть образовательной программы по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника (направленность (профиль) образовательной программы: Радиоэлектронные системы и комплексы).

Содержание дисциплины «Метрология, стандартизации и сертификация» находится в содержательно-методической взаимосвязи с такими дисциплинами, как «Теория вероятностей и математическая статистика», «Физика», «Основы электроники и схемотехники», «Радиоматериалы и радиокомпоненты».

Для освоения дисциплины «Метрология, стандартизации и сертификация» студент должен обладать базовыми знаниями и умениями, полученными в результате изучения таких дисциплин, как «Математический анализ», «Линейная алгебра» и «Аналитическая геометрия», «Физика», а также прохождения Ознакомительной практики.

В результате изучения дисциплины «Метрология, стандартизации и сертификация» студенты приобретают знания по теоретическим основам метрологии; основам теории погрешностей; измерительной технике; измерению параметров радиокомпонентов и сигналов; нормативных документов; закрепляют умения и навыки оценки погрешностей и обработки результатов измерений, необходимые для изучения дисциплин «Основы электроники и схемотехники», «Радиоматериалы и радиокомпоненты».

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенции	Индикаторы достижения
ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	Знать: основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, приемы обработки и представления полученных данных. Уметь: выбирать способы и средства измерений, проводить экспериментальные исследования; находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи; разрабатывать решение конкретной задачи, выбирая оптимальный вариант, оценивая его достоинства и недостатки. Владеть: способами обработки и представления полученных данных, оценки погрешностей результатов измерений.
ПК-2. Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов	Знать: методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков радиотехнических устройств и систем. Уметь: проводить исследования характеристик радиотехнических устройств и систем Владеть: методиками организации и проведения экспериментальных исследований и обработки результатов эксперимента
ПК-4. Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	Знать: принципы построения технического задания при разработке деталей, узлов и устройств радиотехнических систем Уметь: использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации Владеть: навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со стандартами

3. Содержание дисциплины

Теоретические основы метрологии. История развития метрологии. Роль отечественных учёных в развитии метрологии. Понятие об измерении. Связь измерений с познанием окружающего объективного мира. Определение измерения. Роль измерений в науке и технике. Понятие метрологического обеспечения. Система обеспечения единства измерений. Структура и функции государственной метрологической службы и метрологических служб организаций. Государственная поверочная служба. Средства измерений. Классификация средств измерений. Обобщённая классификация радиоизмерительных приборов. Система обозначений радиоизмерительных приборов. Общие характеристики измерительных приборов. Проблемы радиоизмерительной техники.

Основы теории погрешностей. Погрешности измерений. Понятие погрешности измерений. Классификация погрешностей. Статистическая теория погрешностей измерения. Методы описания погрешностей. Законы распределения.

Измерительная техника. Электромеханические измерительные преобразователи. Принципы построения. Измерение напряжений. Измерение временных интервалов. Измерение частоты. Измерение фазового сдвига. Измерение спектров. Измерительные генераторы. Измерение параметров цепей. Измерение мощности. Измерение характеристик случайных процессов.

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.

4. Тематический план

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий		
			Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа
1.	Теоретические основы метрологии	19	4	8	7
1.1.	История развития метрологии. Роль отечественных учёных в развитии метрологии. Понятие об измерении. Связь измерений с познанием окружающего объективного мира. Определение измерения. Роль измерений в науке и технике. Понятие метрологического обеспечения.	9	2	4	3
1.2.	Система обеспечения единства измерений. Структура и функции государственной метрологической службы и метрологических служб организаций. Государственная	10	2	4	4

	поверочная служба. Средства измерений. Классификация средств измерений. Обобщённая классификация радиоизмерительных приборов. Система обозначений радиоизмерительных приборов. Общие характеристики измерительных приборов. Проблемы радиоизмерительной техники.				
2.	Основы теории погрешностей	20	4	8	8
2.1.	Погрешности измерений. Понятие погрешности измерений. Классификация погрешностей.	10	2	4	4
2.2.	Статистическая теория погрешностей измерения. Методы описания погрешностей. Законы распределения.	10	2	4	4
3.	Измерительная техника	28	4	12	12
3.1.	Электромеханические измерительные преобразователи. Принципы построения. Измерение напряжений. Измерение временных интервалов. Измерение частоты.	14	2	6	6
3.2.	Измерение фазового сдвига. Измерение спектров. Измерительные генераторы. Измерение параметров цепей. Измерение мощности. Измерение характеристик случайных процессов.	14	2	6	6
4.	Основы технического регулирования	8	2	2	4
4.1	Техническое регулирование. Стандартизация. Подтверждение соответствия.	8	2	2	4
5.	Основы контроля качества	6	2	2	2
5.1	Качество и его оценка. Системы менеджмента качества.	6	2	2	2
6.	Подготовка к экзамену	27	–	–	27
	Итого	108	16	32	60

5. Виды образовательной деятельности

Занятия лекционного типа

Лекция №1. *Введение в метрологию. Физические величины и шкалы измерений.* Введение. Предмет изучения метрологии. Понятие об измерении. Связь измерений с познанием окружающего объективного мира. Определение измерения. Роль измерений в науке и технике. Понятие метрологического обеспечения.

Лекция №2. *Системы единиц физических величин.* Система обеспечения единства измерений. Структура и функции государственной метрологической службы и метрологических служб организаций. Государственная поверочная служба. Средства измерений. Классификация средств измерений. Обобщённая классификация радиоизмерительных приборов. Система обозначений радиоизмерительных приборов. Общие характеристики измерительных приборов. Проблемы радиоизмерительной техники.

Лекция №3. Основы теории погрешностей. Погрешности измерений. Понятие погрешности измерений. Классификация погрешностей. Абсолютная, относительная и приведенная погрешности. Грубые, систематические и случайные погрешности. Методические, инструментальные и субъективные погрешности. Методы компенсации систематических погрешностей.

Лекция №4. Основы теории погрешностей. Случайные погрешности. Статистическая теория погрешностей измерения. Методы описания погрешностей. Законы распределения.

Лекция №5. Измерительная техника. Электромеханические измерительные преобразователи. Принципы построения. Измерение напряжений. Измерение временных интервалов. Измерение частоты.

Лекция №6. Измерения. Измерение фазового сдвига. Измерение спектров. Измерительные генераторы. Измерение параметров цепей. Измерение мощности. Измерение характеристик случайных процессов.

Лекция №7. Техническое регулирование. Стандартизация. Подтверждение соответствия. Федеральный закон РФ «О техническом регулировании». Принципы технического регулирования. Технические регламенты. Государственный контроль за соблюдением требований технических регламентов. Научная основа стандартизации. Правовые основы стандартизации. Цели и принципы стандартизации. Национальная, межгосударственная и международная стандартизация. Методы стандартизации. Унификация. Унификация построением рядов. Типизация. Агрегатирование. 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 №8. Качество и его оценка. Системы менеджмента качества. Понятие качества. Показатели качества. Методы оценки качества партии изделий. Понятие менеджмента качества. Системы менеджмента качества. Стандарты ИСО 9000. Сертификация систем менеджмента качества.

Занятия семинарского типа и самостоятельная работа

Практическое занятие №1. Физические величины и шкалы измерений. Международная система единиц физических величин

Вопросы для подготовки к занятию

- 1) Что изучает наука метрология? Дайте определения единства и точности измерений.
- 2) Дайте определение физической величины. Чем измеряемые физические величины отличаются от оцениваемых?
- 3) Перечислите, охарактеризуйте и приведите примеры основных шкал физических величин.
- 4) Дайте определение размерности физической величины. Как определить размерность основных и производных физических величин?
- 5) Дайте определение размера и единицы измерения физической величины. В чем отличие понятий «размерность» и «размер»? Назовите размерность и единицы измерения основных единиц СИ.
- 6) Дайте определение системы физических величин и системы единиц физических величин. В чем отличие этих понятий?
- 7) Когда и кем была принята Международная система единиц СИ? Назовите основные принципы построения СИ.

Практические задания

1) Заполните таблицу «Характеристика шкал физических величин»

Наименование шкалы	Свойства физических величин	Начало отсчета	Единица измерения	Пример

2) 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.

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

4) Назовите и запишите следующие значения физических величин, используя кратные и дольные приставки: $5,3 \cdot 10^3 \text{ Ом}$, $10,4 \cdot 10^{-13} \text{ Гц}$, $2,561 \cdot 10^7 \text{ Па}$, $4,67 \cdot 10^{-4} \text{ В}$, $0,067 \text{ м}$, $0,0098 \text{ с}$, $7,65 \cdot 10^{-3} \text{ с}$, $3,34 \cdot 10^{-8} \text{ Ф}$.

Задания для самостоятельной работы

1) Заполните таблицу «Характеристика основных единиц СИ»

Наименование единицы измерения	Физическая величина	Обозначение	Размерность	Определение

2) Заполните таблицу «Внесистемные единицы, применяемые наравне с единицами СИ»

Наименование физической величины	Внесистемные единицы измерения	Обозначение	Формула перевода в единицы СИ

3) Заполните таблицу «Десятичные кратные и дольные единицы СИ»

Множитель	Наименование	Обозначение

Практическое занятие №2. 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 0,1 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?

Задания для самостоятельной работы

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 .

Практическое занятие №3. Градуировка средств измерений

Вопросы для подготовки к занятию

- 1) Дать определение средствам измерения.
- 2) Что понимают под метрологическими характеристиками?
- 3) Что такое градуировка?
- 4) Дать определение и раскрыть сущность измерительному преобразованию.
- 5) Раскрыть понятие “Градуировка в отдельных точках диапазона измерений”.
- 6) Как строится градуировочная характеристика?

Практические задания

1) При градуировке измерительного прибора с линейной градуировочной характеристикой получены числовые значения экспериментальных данных, представленные в таблице.

Экспериментальные данные

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X_i	41	50	81	104	120	139	180	208	241	250
Y_i	4	8	10	14	15	20	19	23	26	30

Найти методом наименьших квадратов аналитическое выражение для градуировочной характеристики и построить её графически.

2) При градуировке средства измерения с линейной функциональной характеристикой получены числовые значения экспериментальных данных, приведенные в таблице. По полученным данным найти методом наименьших квадратов аналитические выражения для градуировочной характеристики и построить её графически.

Номер эксперимента	Входная величина X_i	Выходные величины Y_j				
		j=1	j=2	j=3	j=4	j=5
1	0	46,00	100	10	100	53
2	10	47,82	103,96	10,396	104,26	55,26
3	20	49,64	107,91	10,791	108,52	57,52
4	30	51,45	111,85	11,185	112,78	59,77
5	40	53,26	115,78	11,578	117,04	62,03
6	50	55,06	119,7	11,97	121,3	64,29
7	60	56,86	123,6	12,36	125,56	66,55
8	70	58,65	127,49	12,749	129,82	68,81
9	80	60,43	131,37	13,137	134,08	71,06
10	90	62,21	135,24	13,524	138,34	73,32

Задание для самостоятельной работы

- 1) Заполнить таблицу экспериментальных данных.
- 2) Получить результаты расчетов градуировочной характеристики СИ.
- 3) Получить функциональную зависимость $y = f(x)$ в графическом виде.
- 4) Сформулировать выводы по проделанной работе (коэффициенты для градуировочной характеристики).

Ответить письменно на вопросы

- 1) Дать определение СИ.
- 2) Дать определение понятия «градуировка СИ».
- 3) В каких задачах используется метод наименьших квадратов?
- 4) Привести примеры линеаризации градуировочных функциональных зависимостей для СИ.

Практическое занятие №4. Поверка средств измерений

Вопросы для подготовки к занятию

- 1) Раскрыть физическую сущность понятия “Поверка средств измерений”
- 2) Дать определение средству измерения.
- 3) Принцип работы средств измерений. Привести примеры.
- 4) Какие средства измерения применяются по выбранной специализации обучения?

Практическое задание

- 1) По результатам поверки термометра электрического сопротивления (ТЭС) при $T = 0^{\circ}\text{C}$ и $T = 100^{\circ}\text{C}$, экспериментальные данные которого приведены в таблице, оценить пригодность ТЭС к дальнейшей эксплуатации, если $\delta^{\text{CT}} = \pm 0,5\%$.

Экспериментальные данные

Значение сопротивления	Единицы измерения	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5
$R_0^{\text{ЭК}}$ при $T=0^{\circ}\text{C}$	Ом	102,98	103,17	10,35	47,28	51,42
$R_{100}^{\text{ЭК}}$ при $T=100^{\circ}\text{C}$	Ом	146,01	141,79	14,30	65,05	76,71
$R_0^{\text{СТ}}$ при $T=0^{\circ}\text{C}$	Ом	100,00	100,00	10,00	46,00	53,00
$R_{100}^{\text{СТ}}$ при $T=100^{\circ}\text{C}$	Ом	142,60	139,10	13,90	63,99	75,58

Задание для самостоятельной работы

- 1) Своим решением заполнить таблицу с другими экспериментальными данными.
- 2) Оценить результаты расчетов погрешностей ТЭС.
- 3) Сделать выводы по выявленным закономерностям.

Ответить письменно на вопросы

- 1) Дать определение понятия «поверка СИ».
- 2) Что значит - Сравнить операции «поверки СИ» и «калибровки СИ»?
- 3) По какому правилу не допускают СИ для дальнейшей эксплуатации?

Практическое занятие №5. 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) 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.

2) 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 $U = 21,53 В$.

3) 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.

Задания для самостоятельной работы

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:

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

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

Практическое занятие №6. Метрологическое обеспечение

Вопросы для подготовки к занятию

- 1) Что понимают под метрологическим обеспечением? Назовите основы метрологического обеспечения.
- 2) Какой закон регулирует правовые отношения субъектов в области обеспечения единства измерений? Каковы его цели и сферы действия?

- 3) Как и для чего проводится утверждение типа средств измерений?
- 4) Дайте определение поверки и калибровки средств измерений? В чем сходство и различие этих процедур? Какие виды поверки существуют? Как удостоверяются положительные результаты поверки и калибровки?
- 5) Дайте определение поверочной схемы и назовите ее основные структурные элементы. Какие виды поверочных схем существуют?
- 6) Дайте определение эталона физической величины. Какие виды эталонов существуют и каково их назначение?
- 7) Какие организации осуществляют деятельность по обеспечению единства измерений и каковы их функции?
- 8) Дайте определения Федерального государственного метрологического надзора. Перечислите сферы деятельности, на которые распространяется государственный метрологический надзор. Каковы права и обязанности должностных лиц при осуществлении Федерального государственного метрологического надзора?

Практические задания

- 1) Проведение калибровки измерительной рулетки.
- 2) При поверке амперметра класса точности $1,5$ с пределом измерения $I_K = 10 A$ на отметке $5 A$ показания образцового амперметра с таким же пределом измерения и классом точности $0,1$ были $5,12 A$. Определить, соответствует ли поверяемый амперметр своему классу точности.
- 3) Температура в термостате измерялась техническим термометром со шкалой $0-500^\circ C$, класса точности $3,0$. Показания термометра – $321^\circ C$. Одновременно температуру измеряли лабораторным поверенным термометром, показания которого были $324^\circ C$. Поправка к показаниям лабораторного термометра, согласно свидетельству о поверке $-(-1^\circ C)$. Определите, не выходит ли за допустимые пределы действительное значение погрешности технического термометра.

Задания для самостоятельной работы

- 1) Изучите содержание Федерального закона «Об обеспечении единства измерений» и заполните таблицу.

Основные положения закона «Об обеспечении единства измерений»

Положение закона		Статьи закона	Краткое содержание
Требования к	измерениям		
	единицам величин		
	эталонам		
	средствам измерений		
Государственное регулирование	утверждение типа средств измерений		
	поверка средств измерений		
	Федеральный государственный метрологический надзор		
Аккредитация в области обеспечения единства измерений			
Финансирование в области обеспечения единства измерений			

- 2) Изучите представленную 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		

Практическое занятие №7. Анализ погрешностей результатов косвенных измерений

Вопросы для подготовки к занятию

- 1) Как вычисляют значение искомой величины Z при косвенных измерениях?
- 2) Как задается функциональная зависимость $Z(X_1, X_2, X_3 \dots X_n)$?
- 3) Перечислить порядок действия при оценке погрешностей окончательного результата.
- 4) Какой порядок действий при оценивании случайной составляющей погрешности результата?
- 5) Записать уравнение для простой функциональной зависимости результата.
- 6) Какова особенность косвенных измерений?
- 7) Сформулировать требования к точности измерения непосредственно измеряемых величин X_i и X_j .
- 8) Как производится расчет погрешностей косвенных измерений?

Практические задания

1) Найти систематическую и случайную составляющие погрешности косвенного результата измерения силы F по зависимости $F = m \cdot a$, где m – масса тела; a – ускорение.

Дано: $\delta_{mc} = \pm 0,1\%$, $\delta_m^0 = \pm 0,05\%$, $\delta_{ac} = \pm 0,02\%$, $\delta_a^0 = \pm 0,07\%$.

2) Найти систематическую и случайную составляющие погрешности косвенного результата измерения излучательности R_l по зависимости $R_l = \alpha \cdot T^4$, где α – постоянная Стефана-Больцмана ($5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м²·К⁴)); T – абсолютная температура.

Дано: $\delta_a^0 = \pm 10^{-3}$ отн. ед., $\delta_{Tc} = \pm 10^{-4}$ отн. ед., $\delta_T^0 = \pm 10^{-5}$ отн. ед.

3) Найти систематическую и случайную составляющие погрешности косвенного результата измерения мощности тока P по зависимости $P = I^2 \cdot R$, где I – ток; R – активное сопротивление.

Дано: $\delta_{Ic} = \pm 0,5\%$, $\delta_I^0 = \pm 0,1\%$, $\delta_{Rc} = \pm 0,3\%$, $\delta_R^0 = \pm 0,05\%$.

Задания для самостоятельной работы

1) Найти систематическую и случайную составляющие погрешности косвенного результата измерения объемного расхода вещества F , измеряемого расходомером переменного перепада давления, по зависимости

$$F = 4 \cdot 10^3 \cdot \alpha \cdot \varepsilon \cdot m \cdot D^2 \cdot (\Delta P / \rho)^{1/2},$$

где α – коэффициент расхода; ε – коэффициент сжатия вещества; m – модуль сужающего устройства; D – диаметр трубопровода; ΔP – перепад давления на сужающем устройстве; ρ – плотность вещества.

Дано: α и m – постоянные величины;

$\delta_{\varepsilon c} = \pm 0,7\%$, $\delta_{\varepsilon}^0 = \pm 0,5\%$; $\delta_{Dc} = \pm 0,1\%$, $\delta_D^0 = \pm 0,2\%$; $\delta_{\Delta Pc} = \pm 0,5\%$, $\delta_{\Delta P}^0 = \pm 0,4\%$; $\delta_{\rho c} = \pm 0,8\%$, $\delta_{\rho}^0 = \pm 0,3\%$.

- 2) Письменно ответить на вопросы
 - 1) Определение понятия косвенного измерения величин.
 - 2) Как определяются погрешности косвенного измерения величин при линейных зависимостях искомой величины от непосредственно измеряемых?
 - 3) Как определяются погрешности косвенного измерения величин при степенной зависимости искомой величины от результатов прямых измерений

Практическое занятие №8. Обработка результатов прямых однократных измерений

Вопросы для подготовки к занятию

- 1) Дать определение прямым однократным измерениям.
- 2) Перечислить условия прямых однократных измерений.
- 3) Что принимается за результат прямого однократного измерения?
- 4) Что собой представляют составляющие погрешностей прямых однократных измерений?
- 5) По какой формуле рассчитывается доверительная граница результата измерения при наличии нескольких систематических погрешностей?
- 6) Чем определяются случайные составляющие погрешности результата измерения?

Практическое задание

При однократном измерении физической величины получено показание средства измерения $X = 10$. Определить, чему равно значение измеряемой величины, если экспериментатор обладает следующей априорной информацией о средстве измерений и условиях выполнения измерений: класс точности средства измерений 4,0; пределы измерений 0...50; значение аддитивной поправки $\Theta(P)a = 0,5$; СКО $SX = 0,1$; $P = 0,95$.

Задания для самостоятельной работы

- 1) Определить, чему равно значение измеряемой величины при однократном измерении. Произвести оценку погрешности и неопределенности результата однократных измерений. Исходные данные: показания прибора 15; пределы измерения 0...50; класс точности 4; аддитивная поправка -0.5.
- 2) Определить, чему равно значение измеряемой величины при однократном измерении. Произвести оценку погрешности и неопределенности результата однократных измерений. Исходные данные: показания прибора 31; пределы измерения 0...40; класс точности 0.2; аддитивная поправка 0.2.
- 3) Письменно ответить на вопросы
 - 1) Условия, при которых используются прямые однократные измерения?
 - 2) Что принимается за результат прямого однократного измерения?
 - 3) Назовите составляющие погрешности прямых однократных измерений.
 - 4) Дайте определение неисключенной систематической погрешности результата измерений.

Практическое занятие №9. Техническое регулирование

Вопросы для подготовки к занятию

- 1) Какой нормативный документ регулирует правовые отношения в области установления и применения требований к продукции и процессам, оценки соответствия? Когда данный документ вступил в силу?
- 2) Дайте определение технического регулирования и перечислите области его распространения. Перечислите принципы технического регулирования.
- 3) Дайте определение технического регламента.
- 4) Для достижения каких целей принимаются технические регламенты? Что включает в себя содержание технического регламента?
- 5) Перечислите основные способы принятия технических регламентов.
- 6) Какие органы осуществляют надзор за соблюдением технических регламентов и

какими правами они обладают? Какую ответственность несет изготовитель за нарушение требований технических регламентов?

Практические задания

Используя текст ФЗ Технический регламент Евразийского экономического союза «Об ограничении применения опасных веществ в изделиях электротехники и радиоэлектроники» (ТР ЕАЭС 037/2016).

Требования к безопасности зданий и сооружений

Требование безопасности	№ статьи ТР	Краткое содержание	Нормативный документ, конкретизирующий положение ТР
Ограничение применения опасных веществ			
....			

Задания для самостоятельной работы. Изучите содержание Технического регламента Евразийского экономического союза "Об ограничении применения опасных веществ в изделиях электротехники и радиоэлектроники" (ТР ЕАЭС 037/2016).

Практическое занятие №10. 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 радиоэлектронного материала, 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.

Задания для самостоятельной работы

- 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?

Практическое занятие №11. Оценка погрешностей результатов однократных измерений с помощью технических средств измерений

Вопросы для подготовки к занятию

- 1) Что такое нормированные метрологические характеристики?
- 2) Дать определение абсолютной форме результатов однократных измерений.
- 3) Дать определение относительной форме результатов однократных измерений.
- 4) Что такое дополнительная погрешность измерений?
- 5) Записать формулу для абсолютной погрешности результата измерения в реальных условиях эксплуатации.

Практическое задание

Осуществлено измерение давления манометром типа «Метран – 100 ДИ». Результат измерения $P_u = 0,4$ МПа на шкале от 0 до 5 МПа. Класс точности 1,0 (приведенная погрешность $\gamma = \pm 1\%$). Дополнительная погрешность от изменения температуры $\psi \Delta T = \pm 0,5\% / \pm 10^\circ\text{C}$.

Измерение давления осуществлялось при $T_{\text{экс}} = 5^\circ\text{C}$. Вычислить абсолютную основную погрешность для измерения $P_u = 4$ Мпа. Чему равна относительная основная погрешность измерения для $P_u = 4$ Мпа? Чему равна дополнительная погрешность от температуры? Чему равна погрешность измерения в реальных условиях эксплуатации манометра?

Задание для самостоятельной работы

Рассчитать реальную погрешность измерения физической величины, если известны пределы измерения, класс точности средства измерений, его дополнительные погрешности и значение результата измерения, обозначение классов точности СИ приведены в таблице.

Классы точности СИ

Вид погрешности	Обозначение класса точности		СИ, рекомендуемые к обозначению таким способом
	в нормативном документе	на средстве измерений	
Абсолютная (в виде буквы латинского алфавита)	класс точности N	N	Меры
Относительная	класс точности 0,5	0,5	Мосты, счетчики, делители, измерительные трансформаторы
	класс точности 0,02/0,01	0,02/0,01	Цифровые СИ, магазины сопротивлений
Приведенная	класс точности 1,5	1,5	Аналоговые СИ; если X_N – в единицах величины
	класс точности 0,5	0,5	Омметры; если X_N определяется длиной шкалы или ее части

Исходные данные для расчета погрешностей результатов измерений:

Физические величины	$T, ^\circ C$	$P, \text{МПа}$	$F, \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$	$L, \text{м}$	$T, ^\circ C$	$P, \text{МПа}$	$F, \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$	$L, \text{м}$	$C, \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$
Пределы измерения	0 ÷ 700	0 ÷ 1	0 ÷ 70	0 ÷ 10	0 ÷ 400	0 ÷ 5	0 ÷ 120	0 ÷ 5	0 ÷ 60
Результат измерения	600	0,8	50	8	200	1	100	3	45
Класс точности	0,5	1,0	1,0 / 0,5	$\Delta = \pm 0,05$	0,5 / 0,5	1,0	0,6	1,5	$\Delta = \pm 0,7$
Дополнительная погрешность	$\Psi_T = \frac{\pm 0,5\%}{\pm 10^\circ C}$	$\Psi_T = \frac{\pm 0,1\%}{\pm 10^\circ C}$	$\Psi_T = \frac{\pm 0,2\%}{\pm 2^\circ C}$	$\Psi_T = \frac{\pm 0,3\%}{\pm 5^\circ C}$	$\Psi_T = \frac{\pm 0,1\%}{\pm 5^\circ C}$	$\Psi_T = \frac{\pm 0,2\%}{\pm 10^\circ C}$	$\Psi_T = \frac{\pm 0,3\%}{\pm 2^\circ C}$	$\Psi_T = \frac{\pm 0,4\%}{\pm 5^\circ C}$	$\Psi_T = \frac{\pm 0,5\%}{\pm 10^\circ C}$

Практическое занятие №12. Общие сведения о цифровых мультиметрах

Вопросы для подготовки к занятию

- 1) Назначение цифровых мультиметров?
- 2) Описать и показать органы управления (измерения) схемы лицевой панели мультиметра.
- 3) Описать методику работы при выполнении основных функций с помощью мультиметра.
- 4) Каковы технические характеристики мультиметра при измерении постоянного и переменного напряжения, сопротивления, частоты и электрической емкости конденсаторов.

Практическое задание

1. Измерение сопротивления

Провести измерение сопротивления, результаты занести в таблицу:

Результаты измерений

Номер эксперимента	Полученное значение
1	
2	
3	
...	
10	
M_x	
D_x	
σ_x	

2. Измерение постоянного напряжения

Провести не менее 10 повторных измерений, результаты которых занести в таблицу. Нарисовать электрическую схему измерения.

3. Измерение постоянного тока

Провести не менее 10 повторных измерений, результаты которых занести в таблицу. Нарисовать электрическую схему измерения.

4. Провести обработку экспериментальных данных

4.1. Рассчитать математическое ожидание по формуле

$$M_x = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i.$$

4.2. Рассчитать дисперсию экспериментальных данных по формуле

$$D_x = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - M_x)^2.$$

4.3. Рассчитать среднеквадратичное отклонение экспериментальных данных по формуле:

$$\sigma_x = \pm\sqrt{D_x}.$$

4.4. Рассчитать коэффициент асимметрии по формуле

$$A = \frac{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - M_x)^3}{\sigma_x^3}.$$

4.5. Рассчитать коэффициент эксцесса по формуле

$$E = \frac{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - M_x)^4}{\sigma_x^4} - 3.$$

4.6. Рассчитать коэффициент вариации по формуле

$$V = \frac{\sigma_x}{M_x} \cdot 100 \%,$$

здесь x_i – значение результата в i -ом опыте; N – число экспериментов.

Сделать выводы по полученным оценкам экспериментальных данных.

Задание для самостоятельной работы

Письменно ответить на вопросы

- 1) Дать определение математическому ожиданию.
- 2) Смысл дисперсии экспериментальных данных?
- 3) Что такое среднеквадратичное отклонение экспериментальных данных?
- 4) Что характеризует коэффициент эксцесса?
- 5) Дать определение коэффициенту вариации.

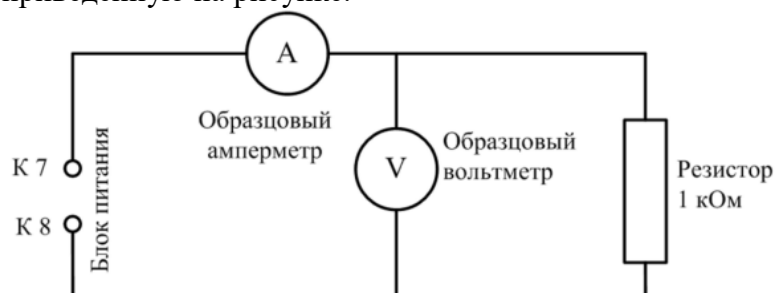
Практическое занятие №13. Исследование методов измерения напряжения и силы постоянного тока

Вопросы для подготовки к занятию

- 1) Дать определение понятию ИЗМЕРЕНИЕ.
- 2) В чем заключается принцип измерения?
- 3) Что такое погрешность измерения?
- 4) Дать определение качеству и достоверности измерения.
- 5) Привести классификацию видов измерений.

Практическое задание

Собрать схему, приведенную на рисунке:



Провести соответствующие измерения, в соответствии с таблицей, и занести в нее полученные значения (результаты измерений напряжения):

Угол поворота регулятора P2 «Установка +U», °	Результаты прямого измерения напряжения, В	Результаты косвенного измерения напряжения, В	Абсолютная погрешность измерения, В
0			
60			
120			
180			

Результаты измерений силы тока:

Угол поворота регулятора P2 «Установка +U», °	Результаты прямого измерения силы тока, мА	Результаты косвенного измерения силы тока, мА	Абсолютная погрешность измерения, мА
0			
60			
120			
180			

Определить величину напряжения в цепи по формуле: $U=I \cdot R$, где U -искомое значение напряжения; I - измеренное значение постоянного тока; R - сопротивление резистора $R1=1\text{кОм}$.

Полученные значения занести в соответствующую таблицу. Используя эту же формулу, по данным таблицы (результаты измерения напряжения), определить величину силы тока в цепи.

Рассчитать абсолютную погрешность косвенного измерения величины постоянного тока по формуле:

$$\Delta = X_{\text{изм}} - X_{\text{расч}}$$

где $X_{\text{изм}}$ – экспериментальные значения физической величины; $X_{\text{расч}}$ – расчетные значения физической величины.

По данным таблицы (результаты измерений напряжения) в одной системе координат построить графики зависимостей результатов прямого и косвенного измерений напряжения от значений поворота регулятора. Графически показать абсолютную погрешность измерений. Сделать выводы о характере погрешности.

По данным таблицы (результаты измерений силы тока) в одной системе координат построить графики зависимостей результатов прямого и косвенного измерений силы постоянного тока от значений поворота регулятора напряжения. Графически показать абсолютную погрешность измерений. Сделать выводы о характере изменений.

Задание для самостоятельной работы

Письменно ответить на вопросы:

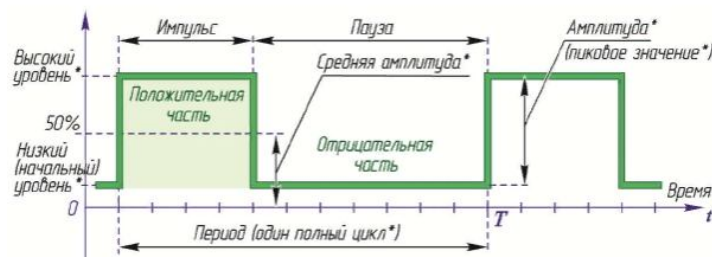
- 1) Примеры прямых, косвенных, совокупных и совместных измерений.
- 2) Какие измерения (косвенные/прямые) считаются более точными и почему?
- 3) Каким образом можно косвенно измерить мощность электрического тока?

Практическое занятие №14. Знакомство с цифровым осциллографом и проведение с его помощью измерений параметров сигналов

Вопросы для подготовки к занятию

- 1) Каково назначение осциллографа?
- 2) Какие физические величины можно исследовать с помощью осциллографа?
- 3) Кратко объясните назначение блоков на простейшей блок-схеме осциллографа.
- 4) Форма и характеристики электрических сигналов?
- 5) Зарисовать синусоидальный (гармонический) сигнал и показать его параметры.

б) Дан прямоугольный сигнал, изображенный на рисунке:



Определить: скважность сигнала; коэффициент заполнения.

Практическое задание

1. Подготовить осциллограф к проведению измерений.

1.1. Обратить внимание на эргономику всей лицевой панели осциллографа, как сгруппированы ручки управления характеристиками луча, ручки и кнопки управления каналами Y, органами управления синхронизацией и каналом X (развёрткой).

1.2. Включить питание осциллографа и дать прогреться до появления луча.

1.3. Проверить регулировку яркости свечения луча, поворачивая в разные стороны ручку INTEN.

1.4. Проверить фокусировку. Для этого повернуть до упора по часовой стрелке переключатель развёртки в режим X-Y (чтобы отключить автоколебательный режим развёртки) – на экране появится светящаяся точка. Вращением ручки FOCUS установите чёткий минимальный размер точки на экране.

1.5. Проверить возможность перемещения луча по экрану вращением ручек POSITION по оси Y и оси X.

2. Подготовка к работе в одноканальном режиме.

2.1. Проверить, чтобы в органах управления по Y на канале № 1: ручка VARIABLE (она маленькая и вращается плавно на оси большого ступенчатого регулятора чувствительности); повернута до упора по часовой стрелке в положение CAL;

2.2. Переключатель MODE режима между каналами Y – в позиции CH1; переключатель 5-кратного увеличения чувствительности в положении X1.

2.3. Проверьте, чтобы в органах управления по X: переключатель развёртки выведен из режима X-Y на любое среднее положение; переключатель 10-кратного увеличения развёртки в положении X1; переключатель выбора плавных или калиброванных значений развёртки в положении CAL.

2.4. Проверить, чтобы в органах управления синхронизацией: переключатель режимов синхронизации MODE – в режиме AUTO; переключатель выбора источника синхронизации TRIGGER SOURCE в режиме CH1.

3. Наблюдение гармонических сигналов и измерение их параметров.

3.1. Подготовьте таблицу:

Частота на генераторе	$u_{\text{амп}}$ дел.	k_y В/дел	$U = u_{\text{амп}} \cdot k_y$ В	x_T дел.	k_x с/дел	$T = x_T \cdot k_x$ с	$\nu = 1/T$ Гц
1000 Гц							
50 кГц							
0,4 МГц							

Проверить, подключен ли к входу канала № 1 сигнальный провод от генератора. Включите его и осциллограф. Установите на генераторе с помощью лимба и переключателя **МНОЖИТЕЛЬ** частоту 1000 Гц (проверьте, чтобы на генераторе переключатель **ОСЛАБЛЕНИЕ dB**, если он есть, был в минимальном положении, а близкорасположенная к нему ручка плавной регулировки амплитуды сигнала была повернута по часовой стрелке до максимума).

3.2. Подобрать переключателем чувствительности такое её значение, чтобы сигнал полностью умещался по оси Y на экране. Ручкой смещения по вертикали **POSITION** подвести осциллограмму на осевую линию (или любую другую горизонтальную линию на экране, чтобы от неё было удобно отсчитывать деления по вертикали). Определить величину амплитуды сигнала в делениях $Y_{амп}$ и пересчитать ее в вольтах, используя выбранное переключателем значение чувствительности K_y по формуле $U=Y_{амп} K_y$. Результаты внести в таблицу.

3.3. Подобрать переключателем развёртки такое значение, чтобы на экране по оси X чётко распознавались периоды сигнала. Наиболее точные значения получатся, когда на весь экран будет не много-много периодов, а один-два. Ручкой смещения по горизонтали **POSITION** подведите осциллограмму под любую вертикальную линию на экране, чтобы от неё было удобно отсчитывать деления по горизонтали. Сравнить действие регулировки этого смещения с тем, что происходит с изображением сигнала при вращении ручки уровня запуска развёртки **TRIG LEVEL**. Добиться с помощью этой ручки, чтобы запуск развёртки осуществлялся с нулевого значения амплитуды сигнала, то есть синусоида должна начинаться с нуля амплитуды.

3.4. Определить величину одного периода T в делениях X_T и пересчитать его в единицах времени, используя выбранное значение развёртки K_x по формуле $T=X_T K_x$.

Определить из полученного периода частоту $f=1/T$. Зарисовать осциллограмму с делениями на экране осциллографа в протокол.

3.5. Повторить все действия для частоты 50 кГц и 0,4 МГц. Результаты внести в таблицу.

Задание для самостоятельной работы

Изучить и описать назначение органов управления осциллографа.

Практическое занятие №15. Подтверждение соответствия

Вопросы для подготовки к занятию

- 1) Дайте определение подтверждения соответствия. Каковы цели и принципы подтверждения соответствия?
- 2) Какие существуют формы подтверждения соответствия? Какие нормативные документы определяют форму подтверждения соответствия?
- 3) Как проводится добровольное подтверждение соответствия?
- 4) Дайте определения декларирования соответствия и обязательной сертификации? Как проводится декларирование соответствия? Как проводится обязательная сертификация?
- 5) Какие пункты должны включать декларация о соответствии и сертификат соответствия? Что такое знак соответствия, знак обращения на рынке и как они выглядят?
- 6) Дайте определение схемы сертификации. Какие схемы сертификации продукции, работ и услуг применяются в России?
- 7) Что такое система сертификации и каким критериям она должна соответствовать? Каковы функции органов по сертификации, испытательных лабораторий и испытательных центров?
- 8) Как проводится аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий?

Практические задания

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.

Задания для самостоятельной работы

- 1) Изучите схему оценки качества электроники (<https://ros-test.ru/sertifikacziya->

[elektroniki.html](#)). Привести схемы оценки качества.

2) 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

В каких случаях применяется каждая из этих схем?

3) Используя рекомендованную литературу, изучите основные этапы сертификации продукции, работ и услуг. Схематически изобразите последовательность этапов сертификации в виде блок-схемы.

Практическое занятие №16. 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?

Практическое задание

Оцените качество партий изделий из 100 шт. методами статистического контроля. Решение обосновать и привести примеры решения типовой задачи в соответствии со своим направлением обучения в ВУЗе.

Задания для самостоятельной работы

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 по разделу «Основы метрологии»

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 не исключённых 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 .

II. Решите задачи:

11. В наличии имеются 3 миллиамперметра. Первый миллиамперметр класса точности $1,0$ с пределом измерения 200 мА , второй – Q 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 $U_V = 21,6 \text{ В}$. Поправка к показаниям прибора $U_n = -0,2 \text{ В}$. Определите значение погрешности измерения и погрешности средства измерения, если действительное значение напряжения $U = 21,53 \text{ В}$.

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

Критерии оценивания проверочной работы:

Правильный ответ на вопрос теста оценивается в 0,2 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.

4. Проверочная работа по разделу «Основы технического регулирования»

Вариант №1

1. Ответьте на вопросы теста:

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. 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.

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

- а) агрегатирование;
- б) типизация;
- в) унификация;
- г) симплификация.

6. 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).

7. 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.

8. 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.

9. 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.

10. Участниками типовой системы сертификации являются:

а) исполнительное бюро;

б) технические комитеты;

в) испытательные лаборатории;

г) заявители.

II. Дайте развернутые ответы на вопросы

11. Дайте определение технического регулирования. Какой нормативный документ является правовой основой технического регулирования в РФ?

12. Опишите структуру Международной организации по стандартизации (ИСО).

13. Что такое система сертификации? Какие системы сертификации существуют в РФ? Опишите структуру системы сертификации и функции ее структурных подразделений.

Критерии оценивания проверочной работы:

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

Правильный ответ на вопрос оценивается в 1 балл. Таким образом, за ответы на вопросы студент может получить 3 балла.

Критерии оценивания ответа на вопрос

Показатель	Количество баллов
1) Полнота и глубина изложения ответа (усвоенные теории, понятия, факты)	0,5
2) Логика изложения материала	0,3
3) Примеры использования описанных явлений, теорий, документов и устройств на практике	0,1
4) Оформление работы	0,1
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°C были получены следующие показания образцового термометра в оцифрованных точках поверяемого:

Точки шкалы поверяемого прибора, $^{\circ}\text{C}$	0	20	40	60	80	100
Показания образцового при повышении t , $^{\circ}\text{C}$	0,1	12	40	59	76	98
Показания образцового при понижении t , $^{\circ}\text{C}$	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>.

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

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная стандартной учебной мебелью, настенной доской, настенным экраном, мультимедиапроектором, ноутбуком и комплектом колонок.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная стандартной учебной мебелью, настенной доской и оборудованием: мультиметр – 5 шт.; амперметр – 5 шт., вольтметр – 5 шт.; лабораторный блок питания – 5 шт.; набор резисторов с различным сопротивлением – 5 шт.; генератор сигналов специальной формы UDG 101/5 – 3 шт., осциллограф – 3 шт.

Помещение для самостоятельной работы – компьютерный класс с доступом к сети «Интернет» и ЭИОС СмолГУ.

9. Программное обеспечение

Microsoft Open License (Windows XP, 7, 8, 10, Server, Office 2003-2016), лицензия 66975477 от 03.06.2016 (бессрочно).

Обучающимся обеспечен доступ к ЭБС «Юрайт», а также доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

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