

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
профессор **К.В. Гоголинский**

Проректор по образовательной
деятельности
доцент **Д.Г. Петраков**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ, МАГНИТНЫХ
И РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Уровень высшего образования:	Бакалавриат
Направление подготовки:	27.03.01 Стандартизация и метрология
Направленность (профиль):	Метрология и метрологическое обеспечение
Квалификация выпускника:	бакалавр
Форма обучения:	очная
Составители:	к.т.н., доц. И.И. Сытько

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Метрологическое обеспечение электрических, магнитных и радиотехнических величин» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «27.03.01 Стандартизация и метрология», утвержденного приказом Минобрнауки России приказ № 901 от 07.08. 2020 г.;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки «27.03.01 Стандартизация и метрология», направленность (профиль) «Метрология и метрологическое обеспечение».

Составители:

_____ к.т.н., доц. И.И. Сытько

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры метрологии, приборостроения и управления качеством» 24.01.2022 г., протокол № 6.

Заведующий кафедрой метрологии,
приборостроения и управления
качеством

_____ д.т.н., профессор К.В. Гоголинский

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-
методического обеспечения
образовательного процесса

_____ к.т.н. Иванова П.В.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины – приобретение студентами базовых знаний в области современных принципов, методов и средств измерений электрических, магнитных и радиотехнических величин, методов и средств их поверки и калибровки, оформлению результатов поверки и калибровки; подготовка студентов к решению профессиональных задач, связанных с применением методов и средств измерений с учетом поставленной измерительной задачи, работы с нормативно-технической документацией по метрологическому обеспечению электроизмерительных и радиоизмерительных приборов.

Основные задачи дисциплины:

- изучение структурных схем средств измерений электрических, магнитных и радиотехнических величин;
- изучение нормативно-технической документации на методы и средства поверки и калибровки электроизмерительных и радиоизмерительных приборов;
- овладение принципами и методами измерений электрических, магнитных и радиотехнических величин;
- овладение методикой выбора и применения рабочих эталонов, стандартизованных методик поверки и калибровки;
- овладение навыками работы с нормативной документацией по метрологическому обеспечению электроизмерительных и радиоизмерительных приборов;
- ознакомление с перспективами развития средств измерений электрических, магнитных и радиотехнических величин, методов и средств их поверки и калибровки;
- мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области метрологического обеспечения средств измерений электрических, магнитных и радиотехнических величин.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Метрологическое обеспечение электрических, магнитных и радиотехнических величин» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «27.03.01 Стандартизация и метрология», направленность (профиль) «Метрология и метрологическое обеспечение» и изучается в 5 и 6 семестрах.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Метрологическое обеспечение электрических, магнитных и радиотехнических величин» являются «Физические основы измерений и эталоны», «Электроника и микропроцессорная техника», «Метрология часть 1: Общая теория измерений», «Основы технического регулирования».

Дисциплина «Метрологическое обеспечение электрических, магнитных и радиотехнических величин» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Организация и технология испытаний и подтверждения соответствия», «Метрологический анализ измерительной техники», «Метрологическая экспертиза», «Техническое регулирование в области приборостроения».

Особенностью дисциплины является более глубокое рассмотрение вопросов информационно-методического обеспечения в области практического применения методов и средств измерений их поверки и калибровки в процессе эксплуатации, изучаемых разделов и тем, что достигается применением информационных технологий, что позволяет повысить уровень освоения изучаемых компетенций.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Метрологическое обеспечение электрических, магнитных и радиотехнических величин» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
<p>Способен участвовать в планировании работ метрологическому обеспечению, систематически проверять соответствие применяемых нормативных документов действующим правовым актам и тенденциям развития технического регулирования</p>	<p>ПКС-1</p>	<p>ПКС-1.1. Знает основополагающие документы в области технического регулирования: ФЗ «О техническом регулировании», ФЗ «О стандартизации», ФЗ «Об обеспечении единства измерений» ПКС-1.2. Умеет проводить анализ применяемой на предприятии нормативно-технической документации в области метрологического обеспечения ПКС-1.3. Владеет навыками применения законодательных и нормативно-правовых актов в области технического регулирования и метрологического обеспечения</p>
<p>Способен разрабатывать техническую документацию в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами в области обеспечения единства измерений</p>	<p>ПКС-2</p>	<p>ПКС-2.1. Знает основы технического регулирования ПКС-2.2. Знает основы разработки нормативной документации в области метрологической деятельности ПКС-2.3. Умеет анализировать и применять законодательные и нормативные правовые акты по метрологии, метрологическому обеспечению, стандартизации и сертификации ПКС-2.4. Владеет навыками разработки методик проведения измерений и испытаний</p>
<p>Способен определять номенклатуру измеряемых и контролируемых параметров продукции и технологических процессов, устанавливать нормы точности измерений и достоверности контроля, выбирать средства измерений и контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и проводить поверку, калибровку средств измерений</p>	<p>ПКС-3</p>	<p>ПКС-3.1. Знает основные принципы нормирования точности, закономерности влияния точностных характеристик на качество изделий и способы обеспечения требуемой точности ПКС-3.2. Знает порядок утверждения типа средств измерений, методы и средства поверки и калибровки ПКС-3.3. Умеет выбирать необходимые средства измерений и контроля ПКС-3.4. Умеет выбирать требуемые нормы точности измерений и достоверности контроля ПКС-3.5. Владеет навыками обработки данных и оценки точности измерений</p>

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен проводить работы по метрологическому обеспечению, применять методы и средства измерений, контроля, испытаний и управления качеством	ПКС-4	ПКС-4.1. Знает основные методы измерений, контроля, испытаний, оценки и управления качеством на всех этапах жизненного цикла ПКС-4.2. Умеет внедрять методы и средства измерений, контроля, испытаний в соответствии с техническими требованиями и действующим законодательством в области обеспечения единства измерений с учетом действующей на предприятии системы управления качеством ПКС-4.3. Владеет навыками применения методов и средств измерений, контроля и испытаний

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 7 зачётных единиц, 252 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		5	6
Аудиторная работа, в том числе:	136	51	85
Лекции (Л)	51	17	34
Практические занятия (ПЗ)	51	17	34
Лабораторные работы (ЛР)	34	17	17
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	80	12	68
Выполнение курсовой работы (проекта)	36	-	36
Расчетно-графическая работа (РГР)	12	12	
Реферат	-	-	
Подготовка к практическим занятиям	28	-	20
Подготовка к лабораторным занятиям	-	-	12
Промежуточная аттестация – дифф. зачет (ДЗ) / зачет (З) / экзамен (Э)	3, Э(36)	3	Э (36)
Общая трудоёмкость дисциплины			
ак. час.	252	63	189
зач. ед.	7	1,75	5,25

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа, в том числе курсовое проектирование.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
1.	Раздел 1. Методы и средства измерений электрических и магнитных величин и их поверка и	38	10	10	12	6
2.	Раздел 2. Методы и средства измерений параметров элементов электрических цепей и их поверка и калибровка	17	4	4	5	4
3.	Раздел 3 Выбор средств измерений	8	3	3		2
4.	Раздел 4. Методы и средства измерений энергетических параметров электромагнитных колебаний и их поверка и калибровка	30	6	6	4	14
5.	Раздел 5. Методы и средства измерений формы и спектрального состава электромагнитных колебаний и их поверка и калибровка	78	18	18	8	34
6.	Раздел 6. Методы и средства измерения частоты электрических сигналов и характеристик радиоустройств и их поверка и калибровка	45	10	10	5	20
	Итого:	216	51	51	34	80
	Подготовка к экзамену	36				
	Всего:	252				

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Разделы	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	<p>Предмет и задачи курса. Структура дисциплины «Метрологическое обеспечение электрических, магнитных и радиотехнических величин», его связи с другими дисциплинами. Рекомендуемая литература. Рекомендации по самостоятельной работе над учебным материалом.</p> <p>Классификация измерений. Основные элементы и этапы процесса измерений. Измерительные сигналы. Классификация измерительных сигналов. Виды измерений. Принципы, методы и методики измерений.</p> <p>Понятие о средстве измерений. Классификация средств измерений. Элементарные и комплексные средства измерений. Метрологические характеристики средств измерений.</p> <p>Электроизмерительные приборы непосредственной оценки. Классификация и обозначение электроизмерительных приборов. Условные обозначения, наносимые на электроизмерительные</p>	10

№ п/п	Разделы	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		<p>приборы. Устройство и конструкция основных узлов электроизмерительных приборов.</p> <p>Общие детали электромеханических приборов непосредственной оценки. Чувствительность и постоянная прибора. Основные метрологические характеристики.</p> <p>Электроизмерительные приборы магнитоэлектрической, электромагнитной и электродинамической систем. Магнитоэлектрические и электродинамические логометры. Устройство и принцип действия, достоинства и недостатки. Влияние внешних факторов (электрических и магнитных полей, температуры). Потребление мощности приборами. Комбинированные электроизмерительные приборы. Сравнительный анализ приборов непосредственной оценки различных систем по точности, чувствительности, частотному диапазону, потреблению энергии. Выбор приборов в зависимости от задач и условий измерений. Расширение пределов измерений приборов непосредственной оценки.</p> <p>Измерение силы тока, напряжения мощности, энергии, коэффициента мощности и угла сдвига фаз приборами непосредственной оценки.</p> <p>Измерение магнитных величин: постоянного и переменного магнитного поля; магнитной индукции; напряженности магнитного поля; магнитного момента. Определение характеристик ферромагнитных материалов.</p> <p>Основные сведения о поверке и калибровке приборов для измерения магнитных величин и определения характеристик ферромагнитных материалов.</p> <p>Поверка и калибровка электроизмерительных приборов. Выбор рабочих эталонов. Место рабочих эталонов в поверочных схемах. Нормативные документы (НД) на методы и средства поверки и калибровки (ГОСТ, ГОСТ Р, МИ, МУ, РД, ПР, ТО). Требования НД на поверку конкретного типа средства измерения: операции поверки; средства поверки; условия поверки и подготовки к ней; проведение поверки; оформление результатов поверки.</p>	
2.	Раздел 2.	<p>Омметры магнитоэлектрической системы и их применения для измерения электрического сопротивления. Мегаомметры. Основные метрологические характеристики.</p> <p>Измерение сопротивления и емкости методом вольтметра-амперметра. Измерение полного сопротивления двухполюсника. Измерение емкости методом двух вольтметров. Измерение индуктивности</p>	4

№ п/п	Разделы	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		<p>катушек. Оценка точности измерений.</p> <p>Измерительные мосты постоянного и переменного тока. Принцип действия и устройство. Измерение электрических величин мостами постоянного и переменного тока. Измерение индуктивности, емкости и добротности резонансным методом.</p> <p>Электрические приборы сравнения. Меры электрических величин. Основные метрологические характеристики.</p> <p>Поверка и калибровка приборов для измерения параметров цепей с сосредоточенными параметрами. Выбор рабочих эталонов. Место рабочих эталонов в поверочных схемах. Нормативные документы (НД) на методы и средства поверки и калибровки (ГОСТ, ГОСТ Р, МИ, МУ, РД, ПР, ТО). Требования НД на поверку конкретного типа средства измерения: операции поверки; средства поверки; условия поверки и подготовки к ней; проведение поверки; оформление результатов поверки.</p>	
3.	Раздел 3.	<p>Сущность и назначение контроля. Виды и методы контроля. Средство контроля. Структурная схема контроля. Измерительный контроль. Виды допусков. Допусковый контроль. Достоверность контроля. Ошибки первого и второго рода. Выбор средств измерений для измерения и контроля параметров изделий. Исходные данные при выборе рабочих эталонов для поверки ЭИП.</p> <p>Методики выполнения измерений. Выбор методов и средств измерений, оценивание погрешности измерений при разработке методик выполнения измерений.</p>	3
4.	Раздел 4.	<p>Классификация электронных вольтметров. Аналоговые электронные вольтметры постоянного и переменного тока. Импульсные электронные вольтметры. Структурные схемы. Принцип действия. Основные метрологические характеристики. Влияние формы кривой на показание вольтметров.</p> <p>Универсальные цифровые вольтметры. Структурная схема. Принцип действия. Основные метрологические характеристики.</p> <p>Поверка и калибровка электронных вольтметров. Выбор рабочих эталонов. Место рабочих эталонов в поверочных схемах. Нормативные документы (НД) на методы и средства поверки и калибровки (ГОСТ, ГОСТ Р, МИ, МУ, РД, ПР, ТО). Требования НД на поверку конкретного типа средства измерения: операции поверки; средства поверки; условия поверки и подготовки к ней; проведение поверки; оформление результатов поверки.</p>	6
5.	Раздел 5.	Электронные осциллографы. Назначение, принцип	18

№ п/п	Разделы	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		<p>действия и классификация. Основные метрологические характеристики. Принцип получения развертки и осциллограммы. Структурная схема. Способы формирования развертки. Виды синхронизации. Двухканальные и двухлучевые осциллографы. Особенности построения цифровых осциллографов. Методы осциллографических измерений частоты, фазы, временных интервалов, амплитуды сигналов. Автоматизация осциллографических измерений.</p> <p>Назначение и основные метрологические характеристики. Генераторы сигналов низкочастотные и высокочастотные и СВЧ, генераторы импульсов, генераторы сигналов сложной формы. Структурные схемы и принцип действия. Выходное устройство генераторов. Требования к измерительным генераторам.</p> <p>Понятие спектра сигнала. Анализаторы спектра. Назначение, принцип действия и основные метрологические характеристики. Структурная схема. Практическое применение.</p> <p>Измерители нелинейных искажений. Принцип действия. Структурная схема. Назначение и основные метрологические характеристики. Измерение коэффициента гармоник.</p> <p>Поверка и калибровка электронных осциллографов, измерительных генераторов, измерителей нелинейных искажений и анализаторов спектра сигналов. Выбор рабочих эталонов. Место рабочих эталонов в поверочных схемах. Нормативные документы (НД) на методы и средства поверки и калибровки (ГОСТ, ГОСТ Р, МИ, МУ, РД, ПР, ТО). Требования НД на поверку конкретного типа средства измерения: операции поверки; средства поверки; условия поверки и подготовки к ней; проведение поверки; оформление результатов поверки.</p>	
6.	Раздел 6.	<p>Методы измерения частоты. Классификация средств измерения частоты. Электронно-счетные частотомеры. Основные метрологические характеристики. Структурная схема. Принцип действия в режимах измерения частоты и интервалов времени.</p> <p>Измерение среднего значения, средней мощности и дисперсии стационарного случайного процесса. Измерение плотности распределения вероятности. Структурные схемы. Основные метрологические характеристики.</p> <p>Методы измерения амплитудно-частотных характеристик (АЧХ). Принципы построения и техническая реализация измерителей АЧХ. Требования к элементам структурной схемы. Искажения АЧХ и погрешности при измерении с измерителями АЧХ.</p>	10

№ п/п	Разделы	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		<p>Применение измерителей АЧХ. Основные метрологические характеристики.</p> <p>Поверка и калибровка приборов для измерения частоты и измерителей АЧХ. Выбор рабочих эталонов. Место рабочих эталонов в поверочных схемах. Нормативные документы (НД) на методы и средства поверки и калибровки (ГОСТ, ГОСТ Р, МИ, МУ, РД, ПР, ТО). Требования НД на поверку конкретного типа средства измерения: операции поверки; средства поверки; условия поверки и подготовки к ней; проведение поверки; оформление результатов поверки.</p> <p>Заключение. Перспективы развития средств измерений и поверки, автоматизации измерений и поверки.</p> <p>Краткий обзор изученного материала. Рекомендации для самостоятельного углубления знаний в области методов и средств измерений и поверки. Рекомендации по подготовке к экзамену</p>	
Итого:			34

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Изучение методов измерения типовых физических величин	2
2		Использование информации о метрологических характеристиках средств измерений при измерении типовых физических величин	2
3		Расчет шунтов и добавочных сопротивлений многопредельных магнитоэлектрических амперметров и вольтметров	2
4		Измерение мощности и коэффициента мощности электродинамическими приборами	2
5		Поверка магнитоэлектрических амперметров и вольтметров	2
6	Раздел 2	Измерение сопротивлений комбинированными электроизмерительными приборами	
7		Поверка приборов для измерения электрического сопротивления	2
8	Раздел 3	Выбор средств измерений по точности при измерении и контроле параметров технических устройств	3
9	Раздел 4	Определение параметров переменных напряжений по показаниям электронных вольтметров	2
10		Поверка мультиметра при измерении электрического сопротивления	2
11		Поверка аналоговых электронных вольтметров	2
12	Раздел 5	Выбор коэффициентов отклонения и развертки электронно-лучевого осциллографа при исследовании периодических сигналов	2

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
13		Изучение осциллографических методов измерения фазового сдвига и частоты электрических сигналов	2
14		Поверка электронных осциллографов	2
15		Определение контролируемого ослабления на выходе выходно устройства измерительного генератора	2
16		Поверка измерительного генератора низкочастотного	2
17		Расчет основных параметров и характеристик анализатора спектра сигналов	2
18		Измерение параметров спектра типовых радиосигналов	2
19		Расчет коэффициента гармоник и нелинейных искажений	2
20		Поверка измерителей нелинейных искажений	2
21		Раздел 6	Порядок выбора рода работы цифрового частотомера при измерении частотно-временных параметров электрических сигналов
22	Поверка цифровых частотомеров		2
23	Изучение приборов для наблюдения амплитудно-частотных характеристик		2
24	Определение полосы пропускания и неравномерности частотных характеристик.		2
25	Изучение приборов для исследования вероятностных характеристик случайных процессов		2
Итого:			34

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1.	Измерение электрического тока и напряжения	4
2		Измерение электротехнических величин приборами непосредственной оценки	4
3		Измерение мощности и коэффициента мощности в однофазной цепи переменного тока промышленной частоты	4
4	Раздел 2.	Измерение сопротивления методом вольтметра-амперметра	5
5	Раздел 4.	Измерение напряжений произвольной формы электронными вольтметрами	4
6	Раздел 5.	Измерение амплитудно-временных параметров сигналов электронным осциллографом	4
7		Поверка измерительных генераторов специальной формы	4
8	Раздел 6.	Измерение частотно-временных параметров электрических сигналов цифровым частотомером	5
Итого:			34

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

№ п/п	Тематика курсовых проектов
1.	Разработка методики выполнения измерений постоянной составляющей и среднеквадратического значения пульсирующего тока, протекающего в цепи с комплексной нагрузкой

2.	Разработка методики выполнения измерений активного сопротивления электрическому току
3.	Разработка методики выполнения измерений резонансной частоты последовательного колебательного контура
4.	Разработка методики выполнения измерений характерного значения напряжения сложной формы на выходе резистивного делителя
5.	Разработка методики выполнения измерений активной и реактивной мощности, угла сдвига фазы между током и напряжением в цепи переменного тока промышленной частоты с комплексной нагрузкой

4.2.6. Расчетно-графические задания

№ п/п	Тематика расчетно-графических заданий
1.	Расчет погрешности (неопределенности) однократных измерений (по вариантам)
2.	Построение функции преобразования и функции чувствительности емкостного измерительного преобразователя (по вариантам)
3.	Определение показаний электроизмерительных приборов (по вариантам)
4.	Расчет активной, реактивной мощности и угла сдвига фазы между током и напряжением в цепи переменного тока промышленной частоты (по вариантам)
5.	Расчет методической погрешности при измерении электрического тока и напряжения (по вариантам)

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Лабораторные занятия. Цели лабораторных занятий:

- углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;
- главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и

промежуточному контролю.

Курсовое проектирование формирует навыки самостоятельного профессионального творчества.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Методы и средства измерений электрических и магнитных величин и их поверка и калибровка

1. Физическая сущность измерения электрического сопротивления на основе использования нулевого метода измерения.
2. Примеры использования метода замещения при измерении электрических величин.
3. Пояснить методы и методику определения основной погрешности и вариации показаний комбинированных ЭИП при измерении постоянного тока и напряжения..
4. Основные достоинства измерительного механизма магнитоэлектрической системы.
5. Назначение шунтов в многопредельных амперметрах.
6. Назначение добавочных сопротивлений в многопредельных вольтметрах.

Раздел 2. Методы и средства измерений параметров элементов электрических цепей и их поверка и калибровка

1. Простейшие омметры.
2. Методы измерения индуктивности.
3. Методы измерения емкости.
4. Пояснить методику определения основной погрешности и вариации показаний при измерении сопротивления постоянного тока комбинированных ЭИП
5. Условие равновесие одинарного моста для измерения сопротивления.
6. Основные характеристики мегомметров.

Раздел 3. Выбор средств измерений

1. Исходные данные при выборе СИ для контроля и измерения параметров технических устройств.
2. Исходные данные при выборе рабочих эталонов для поверки ЭИП.
3. Виды допусков.
4. Этапы разработки МВИ.
5. Ошибки первого и второго рода при контроле параметров технических устройств.

Раздел 4. Методы и средства измерений энергетических параметров электромагнитных колебаний и их поверка и калибровка

1. Основные формы напряжений.
2. Обозначение электронных вольтметров.
3. Назначение основных структурных элементов ЦИП.
4. Пояснить методы и методику определения основной погрешности электронного вольтметра вида ВЗ при измерении переменного напряжения.
5. На что обращает внимание поверитель при внешнем осмотре аналогового электронного вольтметра.
6. Пояснить методику определения основной погрешности при измерении сопротивления цифровыми приборами.

Раздел 5. Методы и средства измерений формы и спектрального состава электромагнитных колебаний и их поверка и калибровка

1. Виды синхронизации ЭЛО.
2. Классификация измерительных генераторов.
3. Принцип действия анализатора спектра.
4. Порядок измерения коэффициента нелинейных искажений.
5. Порядок измерения коэффициента гармоник анализатором спектра.

6. Методы поверки электронных осциллографов.

Раздел 6. Методы и средства измерения частоты электрических сигналов и характеристик радиоустройств и их поверка и калибровка

1. Принцип цифрового метода измерения частоты.
2. Принцип резонансного метода измерения частоты.
3. Способы измерения АЧХ.
4. Измерение неравномерности и ширины полосы пропускания АЧХ.
5. Особенности измерительных приборов для измерения характеристик случайных.
6. Метрологические характеристики и методы поверки электронно-счетных частотомеров.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамен)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине):

1. Приведите примеры использования дифференциального метода при измерении частоты электрических сигналов.
2. Перечислите основные метрологические характеристики средств измерений.
3. Перечислите основные недостатки измерительного механизма магнитоэлектрической системы.
4. Перечислите основные достоинства измерительного механизма электромагнитной системы.
5. Перечислите основные недостатки измерительного механизма электродинамической системы.
6. Поясните, порядок поверки магазинов сопротивления методом сличения при помощи компараторов.
7. Поясните, почему схема омметра с параллельным включением измеряемого сопротивления относительно измерительного механизма имеет прямую шкалу.
8. Поясните, почему в магнитоэлектрических логометрах отсутствуют противодействующие пружины.
6. Поверка амперметров и вольтметров постоянного тока методом сличения.
7. Поясните, сущность метода двух вольтметров при измерении емкости конденсатора.
8. Поясните, условие равновесия одинарного моста на переменном токе при измерении емкостей.
9. Поясните в чем отличие калибровки средств измерений от поверочной деятельности.
10. Поясните принцип измерения индуктивности резонансным методом.
11. Поясните, как влияет внутренне сопротивление амперметра на точность измерения сопротивления методом вольтметра-амперметра.
12. Исходные данные для контроля и измерения параметров технических устройств.
13. Приведите перечень процедур, необходимых для определения основной погрешности поверяемого измерительного прибора.
14. Поясните, как производится выбор типа и класса точности рабочего эталона при поверке ЭИП.
15. Выбор методов измерений при разработке методик выполнения измерений.
16. Поясните, какими основными параметрами характеризуются переменные напряжения.
17. Перечислите достоинства и недостатки электронных вольтметров с преобразователем на входе.
18. Почему в ЦИП возникает погрешность дискретности. От чего она зависит.
19. Поясните, как влияет разрядность АЦП на шаг квантования по уровню.
20. Поясните, какие методы применяют при поверке электронных вольтметров.
21. Поясните назначение основных структурных элементов ЭЛО.
22. Перечислите основные метрологические свойства генераторов измерительных и методы их поверки.
23. Назовите, что обозначают буквы и цифры в условных обозначениях генераторов Г2-32, Г3-109, Г4-116, ГК4-19А.
24. Поясните назначение основных функциональных элементов анализатора спектра.

25. Поясните назначение основных функциональных элементов измерителя нелинейных искажений. Метрологические характеристики и методы поверки измерителей нелинейных искажений.

26. Пояснить сущность цифрового метода измерения периода.

27. Перечислите достоинство и недостатки измерения АЧХ по точкам.

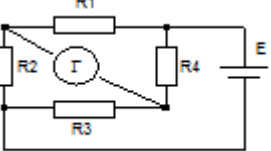
28. Перечислите основные характеристики случайных процессов.

29. Поясните, причину применения режима измерения периода, а не измерение частоты в ЭСЧ.

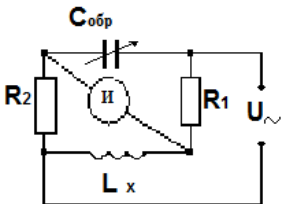
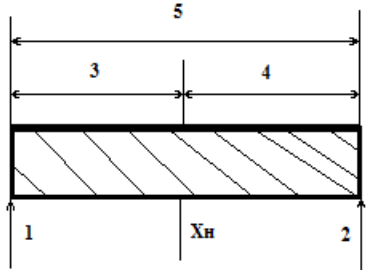
30. Метрологические характеристики и методы поверки электронно-счетных частотомеров.

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Свойство физического объекта, которое является общим в качественном отношении для многих физических объектов, в количественном отношении индивидуальное для каждого объекта называют...	1. математической величиной 2. физической величиной 3. размером 4. размерностью
2.	Если результирующий эффект воздействия измеряемой величины и меры на прибор сравнения доводят до нуля, то такой метод сравнения называют...	1. совпадения 2. замещения 3. нулевой 4. противопоставления
3.	По местоположению в измерительной цепи преобразователи делят на:	1. первичные и промежуточные 2. начальные и конечные 3. унифицированные и комбинированные 4. стандартные и нестандартные
4.	По взаимодействию с объектом измерения средства измерений разделяют на...	1. электронные и неэлектронные 2. первичные и промежуточные 3. аналоговые и цифровые 4. контактные и бесконтактные.
5.	Условием равновесия одинарного моста постоянного тока является... 	1. $R_1 \cdot R_3 = R_2 \cdot R_4$ 2. $R_1 \cdot R_2 = R_3 \cdot R_4$ 3. $R_1 = R_2$ 4. $R_3 = R_4$
6.	Если измерение электрического сопротивления производится мостом с полным его уравновешиванием, то мост реализует метод измерений –...	1. совпадения 2. противопоставления 3. дифференциальный 4. нулевой
7.	Контроль подразумевает:	1. только установление требований 2. только документирование 3. сопоставление первичной информации с заранее заданными требованиями 4. устранение последствий брака
8.	При допусковом контроле изделия сумма вероятностей $P_r + P_{nr} + P_I + P_{II} = \dots$ где P_r – вероятность того, что изделие является годным (верное решение); P_{nr} – вероятность того, что изделие является негодным – брак (верное решение); P_I и P_{II} – вероятность ошибок первого и второго рода;	1. равна 1 2. меньше 1 3. больше 1 4. равна 0
9.	При выборе средств измерений для контроля	1. допуски на параметры


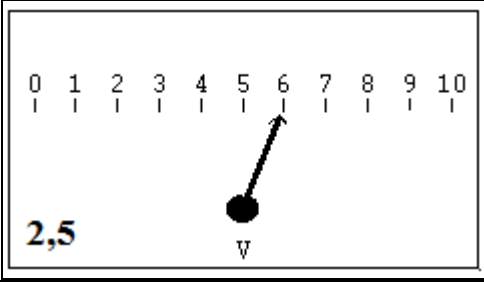
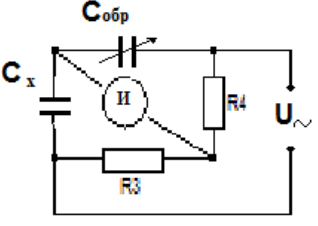
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
	изделий НЕ следует учитывать...	2. производительность (быстродействие) СИ 3. квалификацию оператора 4. предел допускаемой погрешности СИ
10.	Достоинством аналоговых электронных вольтметров переменного тока (вид В3) с детектором (преобразователем) на входе является...	1. широкий частотный диапазон 2. малая чувствительность 3. сложность схемного построения 4. дрейф нуля в УПТ
11.	Верхняя граничная полоса рабочих частот электронных вольтметров вида В3 находится в ...	1. области низких частот 2. области ультразвуковых частот 3. области высоких и сверхвысоких частот 4. оптическом диапазоне частот
12.	Разрядность АЦП определяет... вольтметров.	1. разрешающую способность 2. быстродействие 3. полосу рабочих частот 4. диапазон измерения
13.	В цифровых вольтметрах погрешность, возникающая в результате квантования, называется погрешностью...	1. основной 2. случайной 3. систематической 4. дискретности
14.	Принцип цифрового метода измерения частоты основан на счете импульсов за...	1. время переходного процесса 2. период дискретизации 3. строго определенный интервал времени 4. время зарядки конденсатора
15.	К метрологическим характеристикам частотомеров НЕ относят...	1. диапазон измеряемых частот 2. погрешность измерения частоты 3. надежность и долговечность приборов 4. время (быстродействие) измерения частоты
16.	Для уменьшения влияния температуры окружающей среды на стабильность частоты кварцевого генератора электронно-счетного частотомера, его ...	1. помещают в термостат 2. подключают к стабилизированному источнику питания 3. экранируют 4. амортизируют
17.	Требования НД на поверку конкретного типа средства измерения не включают: операции поверки; средства поверки; условия поверки и подготовки к ней; проведение поверки; оформление результатов поверки.	1. операции поверки; 2. условия поверки и подготовки к ней; 3. проведение поверки; 4. доставку средств измерений на поверку.
18.	До ввода в эксплуатацию, а также после ремонта средства измерений подлежат...поверке.	1. первичной 2. периодической 3. экспертной 4. инспекционной
19.	При положительных результатах поверки средства измерений оформляется ... о поверке.	1. извещение 2. свидетельство 3. аттестат 4. формуляр
20.	Совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений – это...	1. поверка. 2. юстировка. 3. калибровка. 4. настройка.
Вариант 2		
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Мера служит для ...	1. воспроизведения физической величины заданного размера 2. передачи информации о размере единицы

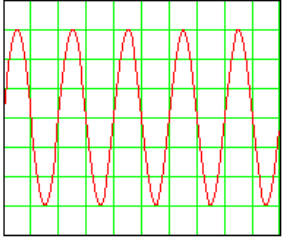
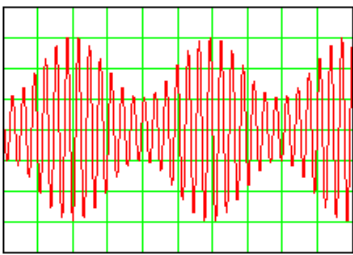
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		3. получения измерительной информации в форме, удобной для непосредственного восприятия наблюдателем 4. преобразования информации о размере единицы
2.	Основным недостатком электромеханических вольтметров является...	1. отсутствие внешнего источника питания 2. малое входное сопротивление 3. малая стоимость 4. малые габариты и масса
3.	Электромеханический измерительный механизм электромагнитной системы состоит из:	1. стрелочного указателя 2. шкалы 3. отсчетного устройства 4. катушки с подвижным сердечником
4.	Условием равновесия моста переменного тока является... 	1. $R_1 = R_2$ 2. $C_{обp} \cdot R_1 = L_x \cdot R_2$ 3. $1/(\omega \cdot C_{обp}) = L_x \cdot \omega$ 4. $(\omega \cdot L_x) \cdot (1/\omega \cdot C_{обp}) = R_1 \cdot R_2$
5.	Основными преимуществами автоматических (цифровых) мостов для измерения сопротивлений по сравнению с мостами с ручным уравниванием НЕ является...	1. меньшее время измерения (уменьшается в десятки раз) 2. большая точность 3. цифровой отсчет результатов измерений 4. сложность схемного построения
6.	Мосты переменного тока тщательно экранируют и принимают другие меры защиты, так как подвержены влиянию...	1. помех и паразитных связей между плечами, плечами и землей, мостом и оператором 2. температуры окружающей среды 3. атмосферному давлению 4. тряске и механическим воздействиям
7.	При выборе средств измерения по точности для контроля параметров изделия необходимо установить...	1. предел допускаемой погрешности измерения 2. стоимость выбираемого средства измерения 3. срок очередной поверки 4. надежность средства измерения
8.	На рисунке половина поля допуска обозначена цифрой (ами) .. 	1. 1 2. 3 и 4 3. 2 4. 5
9.	В осциллографах линейная развертка создается... напряжением.	1. экспоненциальным 2. синусоидальным 3. пилообразным 4. произвольным
10.	Если переключатель «вид входа» канала вертикального отклонения электронно-лучевого осциллографа установлен в положение « \bar{U} », то вход является...	1. закрытым 2. открытым 3. отключенным от сигнала 4. калиброванным

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
11.	К основным Недостаткам параллельного анализа спектра относят...	1. сложность построения, большая громоздкость и стоимость 2. хорошая чувствительность 3. большой динамический диапазон 4. большая скорость анализа
12.	По формуле вычисляют... $\frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \dots + U_n^2}}{U_1} \cdot 100 \%$	1. коэффициент гармоник 2. коэффициент интермодуляционных искажений 3. уровень помех на входе прибора 4. коэффициент шума
13.	Для повышения быстродействия измерения периода сигналов электронно-счетным частотомером, необходимо переключатель «Множитель периода» установить в положение...	1. 1 2. 10 3. 10 ² 4. 10 ⁴
14.	К основным метрологическим характеристикам приборов для исследования вероятностных характеристик случайных процессов НЕ относят:	1. безотказность 2. диапазон измерения 3. чувствительность 4. точность (погрешность)
15.	Точность измерения плотности распределения вероятности стационарных случайных процессов зависит от:	1. времени наблюдения (измерения) 2. шага уровня Δx 3. числа уровней Δx 4. всех перечисленных
16.	Приборы для наблюдения амплитудно-частотных характеристик относятся к подгруппе...электронных измерительных приборов.	1. X 2. M 3. B 4. Ч
17.	К достоинствам способа измерения АЧХ с использованием генератора качающейся частоты и осциллографического индикатора НЕ относят:	1. сложность схемного построения 2. малое время измерения параметров АЧХ 3. повышает качество настройки аппаратуры 4. меньшая погрешность измерения АЧХ
18.	Средства измерений, подлежащие государственному метрологическому надзору, в процессе эксплуатации подвергаются...	1. поверке. 2. сертификации. 3. метрологической аттестации. 4. стандартизации.
19.	Рабочий эталон применяется для...	1. передачи размера единицы величины рабочим средствам измерения. 2. сличения эталона сравнения. 3. сличения эталона-копии. 4. сличения с государственными эталонами.
20.	Поверочные схемы, регламентируемые передачу информации о размере единицы физической величины всему парку средств измерений в стране, называют...	1. рабочими. 2. локальными. 3. ведомственными. 4. государственными.

Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Если для определения искомого значения физической величины используют результаты прямых измерений других физических величин, функционально связанных с искомой величиной, то это –... измерение.	1. однократное 2. косвенное 3. совместное 4. многократное
2.	Метрологическая характеристика средств измерений «функция преобразования» относится к группе характеристик...	1. предназначенных для определения показания средств измерений 2. погрешностей

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		3. динамических 4. чувствительности средств измерений к влияющим величинам
3.	Если на шкале отсчетного устройства электроизмерительного прибора нанесен знак, изображенный на рисунке, то прибор относится к... системе. 	1. электромагнитной 2. магнитоэлектрической 3. термоэлектрической 4. электродинамической
4.	На пределе измерения 100 В абсолютная погрешность измерения напряжения вольтметром составляет... 	1. $\pm 2,5$ В 2. ± 6 В 3. ± 1 В 4. ± 10 В
5.	Если измерение электрического сопротивления производится мостом с полным его уравниванием, то мост реализует метод измерений –...	1. совпадения 2. противопоставления 3. дифференциальный 4. нулевой
6.	Условием равновесия моста переменного тока является... 	1. $R_3 = R_4$ 2. $C_{обр} \cdot R_3 = C_x \cdot R_4$ 3. $C_x = C_{обр}$ 4. $R_3 \cdot (1/\omega \cdot C_{обр}) = R_4 \cdot (1/\omega \cdot C_x)$
7.	При выборе средств измерений для контроля изделий НЕ следует учитывать...	1. допуски на параметры 2. производительность (быстродействие) СИ 3. квалификацию оператора 4. предел допускаемой погрешности СИ
8.	Информация о том, что вольтметр (В3-12/1) конструктивно модифицирован обозначена...	1. цифрой 12 2. цифрой 3 3. цифрой 1 после косой черты (/1) 4. буквой В и цифрой 3
9.	Разрядность АЦП определяет... вольтметров.	1. разрешающую способность 2. быстродействие 3. полосу рабочих частот 4. диапазон измерения
10.	К основным узлам канала горизонтального отклонения электронно-лучевого осциллографа относят...	1. усилитель вертикального отклонения 2. генератор развертки 3. схема синхронизации 4. усилитель подсвета Z

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
11.	<p>При коэффициенте вертикального отклонения электронно-лучевого осциллографа ($K_{отк} = 2$ В/дел) амплитуда сигнала, отображаемого на осциллограмме, составляет...</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2 В 2. 3 В 3. 6 В 4. 12 В
12.	<p>Коэффициент амплитудной модуляции сигнала, отображаемого на осциллограмме, составляет...</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 100 % 2. 25 % 3. 60 % 4. 50 %
13.	<p>Диапазон частот, чувствительность и разрешающая способность анализатора спектра относятся к ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. основным метрологическим характеристикам 2. к характеристикам безотказности 3. к характеристикам восстанавливаемости 4. к показателям долговечности
14.	<p>Если искажения сигнала ничтожно малы, то коэффициент гармоник и коэффициент нелинейных искажений...</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. мало отличаются по величине друг от друга 2. коэффициент гармоник равен нулю, коэффициент нелинейных искажений равен бесконечности 3. коэффициент гармоник равен бесконечности, коэффициент нелинейных искажений равен нулю 4. существенно отличаются по величине друг от друга
15.	<p>К достоинствам электронно-счетных частотомеров НЕ относят...</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. высокая точность измерения частоты 2. многофункциональность 3. показания представлены в цифровой форме 4. сложность схемного построения и большая стоимость
16.	<p>В процессе эксплуатации или находящиеся на длительной хранении средства измерений подлежат.....поверке.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. внеочередной 2. периодической 3. инспекционной 4. калибровке
17.	<p>При повреждении пломб или утрате свидетельства о поверке, средство измерений подлежитповерке.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. внеочередной 2. периодической 3. инспекционной 4. калибровке
18.	<p>Динамические погрешности измерения АЧХ устройств (колебательных систем) НЕ зависят от:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. полосы пропускания АЧХ измеряемого объекта 2. полоса качания ГКЧ 3. периода или частоты развертки измерителя 4. частотного диапазона измеряемого объекта
19.	<p>Приборы для наблюдения амплитудно-частотных характеристик относятся к подгруппе...электронных измерительных приборов.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. X 2. M 3. B 4. Ч
20.	<p>При поверке мер электрического</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. сличения при помощи компаратора.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
	сопротивления, как правило, применяют метод поверки –...	2. прямых измерений. 3. непосредственного сличения. 4. косвенных измерений.

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачета)

Оценка	Описание
Зачтено	Посещение не менее 85 % лекционных, практических и лабораторных занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
Не зачтено	Посещение менее 50 % лекционных, практических и лабораторных занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Не зачтено
50-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

6.3.2. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий экзамен:

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
заданий	заданий	заданий	обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

6.3.3. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсового проекта

Студент выполняет курсовой проект в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не выполнил курсовой проект в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы	Студент выполнил курсовой проект с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки	Студент выполнил курсовой проект с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины	Студент выполнил курсовой проект полностью в соответствии с заданием. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1. Основная литература

1. Ким, К. К. Средства электрических измерений и их поверка: учебное пособие для вузов / К. К. Ким, Г. Н. Анисимов, А. И. Чураков. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 316 с. – ISBN 978-5-8114-7639-8 – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/163397>

2. Волегов А.С. Электронные средства измерений электрических величин [Электронный ресурс]: учебное пособие /А.С. Волегов, Д.С. Незнахин, Е.А. Степанова. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. – 105 с. –

Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275824>.

7.2. Дополнительная литература

1. Лобастов, С. А. Основы метрологии и методы измерения физических величин : учебное пособие / С. А. Лобастов. - Саров : РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2018. - 412 с. - ISBN 978-5-9515-0406-7. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1230803>
2. Марусина, М. Я. Метрологическое обеспечение средств измерений: учебное пособие / М. Я. Марусина, В. Л. Ткалич, Р. Я. Лабковская. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2018. — 120 с. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/136458>
3. Петрова, Е. И. Методы и средства измерений и контроля: учебное пособие / Е. И. Петрова. – Омск : Омский ГАУ, 2020. – 78 с. – ISBN 978-5-89764-838-2. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/136153>
4. Муханин Л.Г. Схемотехника измерительных устройств [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 284 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/98243>. – Загл. с экрана.
5. Методы и средства измерений и контроля. Методы и средства измерений частоты электрических сигналов и характеристик радиоустройств: методические указания к практическим занятиям/Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: И.И. Сытько, К.В. Гоголинский, СПбГУ. СПб, 2019, 34 с.
6. Методы и средства измерений и контроля. Методы и средства измерений электрических величин и параметров цепей: методические указания к практическим занятиям/И.И. Сытько, Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». НСМУ «Горный». СПб, 2016, 54 с.
7. Методы и средства измерений и контроля. Методы и средства измерений энергетических параметров, формы и спектрального состава электромагнитных колебаний: методические указания к практическим занятиям/И.И. Сытько, Э.А. Кремчеев, СПбГУ. СПб, 2018, 57 с.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Методы и средства измерений и контроля. Методы и средства измерений электрических величин и параметров цепей: методические указания к практическим занятиям/И.И. Сытько, Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». НСМУ «Горный». СПб, 2016, 54 с.
2. Методы и средства измерений и контроля. Методы и средства измерений энергетических параметров, формы и спектрального состава электромагнитных колебаний: методические указания к практическим занятиям/И.И. Сытько, Э.А. Кремчеев, СПбГУ. СПб, 2018, 57 с.
3. Методы и средства измерений и контроля. Методы и средства измерений частоты электрических сигналов и характеристик радиоустройств: методические указания к практическим занятиям/Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: И.И. Сытько, К.В. Гоголинский, СПбГУ. СПб, 2019, 34 с.

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>
3. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
4. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
9. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/.
11. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.su/cgi-bin/tkv.pl>

12. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»
<https://e.lanbook.com/books>
13. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):
<http://elibrary.rsl.ru/>
14. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
15. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.
16. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»».
<http://rucont.ru/>
17. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Аудитории для проведения лекционных занятий:

30 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт.

Аудитории для проведения практических занятий:

30 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 4 шт.

Оборудование и приборы:

комплект плакатов для типового комплекта учебного оборудования (АРМ «Метролог») – 15 шт.; типовой комплект учебного оборудования (АРМ «Метролог»); типовой комплект учебного оборудования «Электрические измерения; метрология, стандартизация и сертификация»; мультимедиа сопровождение раздела: основы метрологии и электрические измерения; установка «Методы измерения температуры» МСИ 2; установка «Методы измерения электрических величин» МСИ 3; осциллограф цифровой ADS-2121 М; осциллограф С1-73 – 2 шт.; генератор сигналов специальной формы AFG-72105; вольтметр В7-40 – 2 шт.; вольтметр В№-57 – 3 шт.; частотомер СNT-66 – 1 шт.; генератор Г6-27 – 1 шт.; генератор Г3-112 – 1 шт.; источник питания Б5-45 – 1 шт.; вольтметр – 1 шт.; амперметр – 1 шт.; магазин сопротивления ММЭР-63 – 1 шт.; нормальный элемент ИЭ-65 – 1 шт.; частотомер электронно-счетный ЧЗ-38 – 1 шт.

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» (обслуживание до 2025 года) ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2025 года) ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2025 года) Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2025 года), Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2025 года) ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» (обслуживание до 2025 года), Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2025 года),

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 (обслуживание до 2025 года), Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 (обслуживание до 2025 года)

Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть Университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования».

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2025 года).

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 (обслуживание до 2025 года)

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2025 года).

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 (обслуживание до 2025 года).

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» (обслуживание до 2025 года)

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Office Std 2010 RUS
2. Microsoft Office Std 2013 RUS OLP NL Acdmc
3. Операционная система Microsoft Windows Pro 7 PRO RUS
4. Операционная система Лицензия Windows 8 Pro 32-bit/64-bit
5. Антивирусное программное обеспечение ESET NOD32 Smart Security Business Edition newsale