

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физико-технический факультет



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Хагуров Т.А.

Подпись

« 5 »

мая

2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.03

Метрология и радиоизмерения

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки/специальность

11.03.01 Радиотехника

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) / специализация

Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

(наименование направленности (профиля) / специализации)

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация бакалавр

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины Б1.В.02 «Метрология и радиоизмерения» составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника, направленность (профиль) «Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов».

Программу составил:

В.М. Аванесов, доцент, к.т.н.

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание

подпись

Рабочая программа дисциплины «Устройства приема, передачи и обработки сигналов» утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники, протокол №9 от «10» апреля 2023 г.

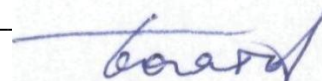
И.О. Заведующего кафедрой Радиофизики и нанотехнологий (разработчика) доктор физико-математических наук, профессор Строганова Е.В. _____



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета, протокол №10 от «20» апреля 2023 г.

Председатель УМК факультета доктор физ.-мат. наук, профессор Богатов Н.М. _____



подпись

Рецензенты:

***** *.*., канд. физ.-мат. наук, *****

Исаев В.А., д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры теоретической физики и компьютерных технологий ФТФ КубГУ

1 Цели и задачи освоения дисциплины

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью прохождения дисциплины является достижение следующих результатов образования:

- подготовка студентов по теоретическим основам, принципам построения, практическому использованию средств электрорадиоизмерительной техники радиотехнических систем различного назначения;
- получение профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности в сфере электрорадиоизмерительной техники;
- практическое закрепление и углубление теоретических знаний обучающихся, полученных при изучении дисциплин Блока 1;
- комплексное формирование компетенций (ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3) обучающихся, приобретение ими практических навыков, необходимых для последующей производственной деятельности в условиях современного рынка электрорадиоизмерительной техники, и методов выполнения измерений и метрологического сопровождения средств измерений.

1.2 Задачи освоения дисциплины

Задачи освоения дисциплины включают в себя:

- закрепление теоретических знаний, полученных в результате освоения теоретических курсов и самостоятельной работы;
- формирование способности определять возможные конструктивные варианты реализации отдельных аналоговых блоков (ПК-2);
- формирование способности осуществлять отладку элементов, блоков и систем встроенными средствами программирования и системами автоматического проектирования (ПК-2.1);
- формирование способности использовать приемы проектирования схемы аналогового и смешанного сигналов (ПК-2.2);
- осуществлять на практике принципы построения и функционирования аналоговых устройств (ПК-2.3);
- формирование способности участвовать в тестировании, обслуживании и обеспечении бесперебойной работы радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем различного назначения (ПК-4);
- формирование способности мониторинга и диагностики технического состояния радиоэлектронной аппаратуры (ПК-4.1);
- формирование способности осуществлять тестирование, монтаж, мониторинг и наладку радиоэлектронной аппаратуры (ПК-4.2);
- владение приемами настройки, тестирования и наладки радиоэлектронной аппаратуры (ПК-4.3);
- формирование способности организовывать метрологическое обеспечение производства (ПК-6):
- владение методами обработки результатов измерений с использованием средств вычислительной техники (ПК-6.1);
- формирование способности к проведению регламентных работ по техническому обслуживанию радиоэлектронной аппаратуры (ПК-6.2).

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Место дисциплины в структуре ООП определяется следующим.

Дисциплина «Метрология и радиоизмерения» относится к обязательной части, формируемой участниками образовательных отношений (Блок 1).

Дисциплина является составной частью учебных программ подготовки студентов бакалавриата.

Дисциплина является видом учебной работы, основным содержанием которой является выполнение практических учебных и учебно-исследовательских заданий, соответствующих характеру будущей профессиональной деятельности студента, обучающегося по направлению 11.03.01 Радиотехника по профилю: «Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов».

Дисциплина закрепляет знания и умения, приобретаемые студентами бакалавриата в результате освоения теоретических курсов, вырабатывает первичные практические навыки, способствует формированию профессиональных компетенций обучающихся.

Дисциплина бакалавра в соответствии с ООП базируется на полученных обучающимися ранее знаниях по следующим дисциплинам: «Молекулярная физика», «Механика», «Электричество и магнетизм», «Математический анализ», «Аналитическая геометрия», «Введение в информатику», «Алгоритмизация и программирование», «Инженерная и компьютерная графика», «Иностранный язык».

Содержание дисциплины логически и методически тесно взаимосвязано с вышеуказанными дисциплинами, поскольку главной задачей прохождения дисциплины является закрепление и углубление теоретических знаний и практических умений, полученных студентами при изучении естественнонаучных и профессиональных дисциплин в области радиотехнических средств передачи, приема и обработки сигналов.

В процессе освоения дисциплины по получению первичных профессиональных умений и навыков обучающийся должен формировать умения и готовности решать следующие профессиональные задачи:

- формирование способности определять возможные конструктивные варианты реализации отдельных аналоговых блоков (ПК-2);
- формирование способности осуществлять отладку элементов, блоков и систем встроенными средствами программирования и системами автоматического проектирования (ПК-2.1);
- формирование способности использовать приемы проектирования схемы аналогового и смешанного сигналов (ПК-2.2);
- осуществлять на практике принципы построения и функционирования аналоговых устройств (ПК-2.3);
- формирование способности участвовать в тестировании, обслуживании и обеспечении бесперебойной работы радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем различного назначения (ПК-4);
- формирование способности мониторинга и диагностики технического состояния радиоэлектронной аппаратуры (ПК-4.1);
- формирование способности осуществлять тестирование, монтаж, мониторинг и наладку радиоэлектронной аппаратуры (ПК-4.2);
- владение приемами настройки, тестирования и наладки радиоэлектронной аппаратуры (ПК-4.3);
- формирование способности организовывать метрологическое обеспечение производства (ПК-6);
- владение методами обработки результатов измерений с использованием средств вычислительной техники (ПК-6.1);
- формирование способности к проведению регламентных работ по техническому обслуживанию радиоэлектронной аппаратуры (ПК-6.2).

Прохождению дисциплины предшествует и необходимо для изучения дисциплин: «Основы теории цепей», «Электроника», «Электродинамика и распространение радиоволн», «Введение в робототехнику», «Радиоматериалы и радиокомпоненты», «Радиотех-

нические цепи и сигналы», «Цифровые устройства и микропроцессоры», «Радиоавтоматика», «Основы компьютерного моделирования и проектирования РЭС», «Схемотехника аналоговых электронных устройств», «Цифровая обработка сигналов», «Радиотехнические системы», «Технологии компоновки РЭА», «Устройства генерирования и формирования сигналов», а также для подготовки и защиты курсовых проектов.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения при изучении дисциплины

В результате прохождения дисциплины студент должен приобрести следующие компетенции.

Код компетенция	Результаты обучения
ПК-2 Способен определять возможные конструктивные варианты реализации отдельных аналоговых блоков	Знать: способы анализа процесса моделирования принципиальных схем, радиоэлектронных устройств
	Уметь: выполнять верификацию процесса моделирования радиотехнических устройств и систем
	Владеть: методами анализа и верификации процессов моделирования радиотехнических устройств и систем
ПК-2.1 Способен осуществлять отладку элементов, блоков и систем встроенными средствами программирования и системами автоматического проектирования	Знать: средства автоматизации схемотехнического проектирования
	Уметь: читать принципиальные электрические схемы; применять средства автоматизации схемотехнического проектирования
	Владеть: навыками графического схемного ввода элементов блоков с использованием стандартных библиотек элементов и библиотек из состава используемой технологической платформы; методами разработки схемотехнических решений аналоговых субблоков и построением списка связей
ПК-2.2 Способен использовать приемы проектирования схемы аналогового и смешанного сигналов	Знать: средства автоматизации схемотехнического проектирования
	Уметь: читать принципиальные электрические схемы; применять средства автоматизации схемотехнического проектирования
	Владеть: навыками графического схемного ввода элементов блоков с использованием стандартных библиотек элементов и библиотек из состава используемой технологической платформы; методами разработки схемотехнических решений аналоговых субблоков и построением списка связей
ПК-2.3 Способен осуществлять на практике принципы построения и функционирования аналоговых устройств	Знать: средства автоматизации схемотехнического проектирования
	Уметь: читать принципиальные электрические схемы; применять средства автоматизации схемотехнического проектирования
	Владеть: навыками графического схемного ввода элементов блоков с использованием стандартных библиотек элементов и библиотек из состава используемой технологической платформы; методами разработки схемотехнических решений аналоговых субблоков и построением списка связей
ПК-4 Способен участвовать в тестировании, обслуживании и обеспечении бесперебойной работы радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем различного назначения	Знать: средства электрорадиоизмерительной техники
	Уметь: читать принципиальные электрические схемы; применять средства электрорадиоизмерительной техники для измерения параметров сигналов
	Владеть: навыками применения электрорадиоизмерительной техники с использованием стандартных средств измерения и средств метрологического обеспечения из состава используемой технологической платформы
ПК-4.1 Способен проводить мониторинг и диагностики технического состояния радиоэлектронной аппаратуры	Знать: средства электрорадиоизмерительной техники
	Уметь: читать принципиальные электрические схемы; применять средства электрорадиоизмерительной техники для измерения параметров сигналов в характерных точках
	Владеть: навыками практического применения средств электрорадиоизмерительной техники с использованием стандартных средств измерения и библиотек из состава используемой метрологической базы компьютерных средств измерения
ПК-4.2 Способен осуществлять тестирование, монтаж, мониторинг и наладку радиоэлектронной аппаратуры	Знать: средства электрорадиоизмерительной техники
	Уметь: читать принципиальные электрические схемы; применять средства измерений
	Владеть: навыками практического применения средств электрорадиоизмерительной техники с использованием стандартных средств измерения и библиотек из состава используемой метрологической базы компьютерных средств измерения

ПК-4.3 Владение приемами настройки, тестирования и наладки радиоэлектронной аппаратуры	Знать: средства автоматизации схемотехнического проектирования
	Уметь: читать принципиальные электрические схемы; применять средства автоматизации схемотехнического проектирования
	Владеть: навыками практического применения электрорадиоизмерительных средств с использованием стандартных средств измерения и библиотек из состава используемых компьютерных средств измерения
ПК-6 Способен организовывать метрологическое обеспечение производства	Знать: средства электрорадиоизмерительной техники основы метрологического обеспечения производства
	Уметь: организовывать метрологическое обеспечение производства
	Владеть: навыками подготовки средств электрорадиоизмерительной техники к проведению поверки, организации хранения и ремонта
ПК-6.1 Способен осуществлять отладку элементов, блоков и систем встроенными средствами программирования и системами автоматического проектирования	Знать: средства электрорадиоизмерительной техники
	Уметь: осуществлять отладку элементов, блоков и систем встроенными средствами электрорадиоизмерительной техники
	Владеть: навыками практического применения средств электрорадиоизмерительной техники, навыками отладки элементов, блоков и систем встроенными средствами электрорадиоизмерительной техники
ПК-6.2 Способен проводить регламентные работы по техническому обслуживанию радиоэлектронной аппаратуры	Знать: средства электрорадиоизмерительной техники
	Уметь: читать принципиальные электрические схемы; применять средства автоматизации схемотехнического проектирования
	Владеть: навыками навыками практического применения средств электрорадиоизмерительной техники, навыками отладки элементов, блоков и систем встроенными средствами электрорадиоизмерительной техники

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2 Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Объем дисциплины составляет 10 зачетных единиц, 360 часов выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, и 192 часа самостоятельной работы обучающихся. Распределение зачетных единиц (часов) по видам работ и семестрам представлено в таблице

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		(часы)	
		5	
Контактная работа, в том числе:	74,3	74,3	
Аудиторные занятия (всего):	74	74	
Занятия лекционного типа	14	14	
Лабораторные занятия	30	30	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	30	30	
Иная контактная работа:	3,3	3,3	
Контроль самостоятельной работы (КСР)	3	3	
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3	
Самостоятельная работа, в том числе:	66,7	66,7	
Курсовая работа	0	0	
Проработка учебного (теоретического) материала	21	21	
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	10	10	
Реферат	0	0	
Подготовка к текущему контролю	35,7	35,7	

Контроль:							
Подготовка к экзамену							
Общая трудоемкость				144	144		
				4	4		

2.2 Содержание дисциплины

Содержание разделов программы дисциплины в 5 семестре, распределение бюджета времени прохождения дисциплины на выполнение представлено в таблице.

№ п/п	Наименование разделов (тем)	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			КСР, ИКР	Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР		
1	Раздел 1. Общие сведения о метрологии и измерительной технике	14	2	4	4	1,7	1,7
2	Раздел 2. Основы теории погрешностей и обработки результатов измерений	19	2	5	4	4	4
2.1	Классификация погрешностей	5	0,5	1,5	1	2	2
2.2	Методы и способы измерений	4,5	0,5	1	1	2	2
2.3	Поверка средств измерений	4,5	0,5	1	1	2	2
2.4	Рабочие и образцовые средства измерений	4,5	0,5	1	1	2	2
2.5	Основы метрологического надзора	0,5		0,5			
3	Раздел 3. Электрические измерения	17	2	2	4	5	5
3.1	Аналоговые стрелочные измерительные механизмы	5	1	1	0,5	1	1
3.2	Особенности построения измерительных схем	2,8	0,4	0,4	0,5	1	1
3.3	Измерение мощности	2,6	0,3	0,3	0,5	1	1
3.4	Измерение энергии	2,6	0,3	0,3	0,5	1	1
3.5	Комбинированные аналоговые измерительные приборы	4			2	1	1
4	Раздел 4. Измерение напряжения и тока	21	2	5	4	4	4
4.1	Основные параметры переменного напряжения	4,2	0,4	1	0,8	2	2
4.2	Структуры построения вольтметров переменного тока	0,6	0,4	1	0,8	2	2
4.3	Измерительные преобразователи	4,2	0,4	1	0,8	1	1
4.4	Влияние внешних факторов на точность измерения напряжения	0,2	0,4	1	0,8	1	1
4.5	Цифровые измерители напряжения	4,2	0,4	1	0,8	1	1
5	Раздел 5. Измерение формы, спектрального состава и параметров электромагнитных колебаний	23	2	5	4	6	6
5.1	Назначение, устройство и принцип действия электронно-лучевого осциллографа	4,8	1	1	0,8	2	2
5.2	Измерение амплитудных параметров сигналов	4,5	0,2	1	0,8	1	1
5.3	Измерение временных параметров сигналов	4,5	0,2	1	0,8	1	1
5.4	Назначение, устройство и принцип действия цифрового осциллографа	4,6	0,3	1	0,8	1	1
5.5	Измерение параметров импульсных сигналов	4,6	0,3	1	0,8	1	1
6	Раздел 6. Измерение частоты и временных параметров сигналов	29,5	2	4	8	5	5
6.1	Методы измерения частоты	6,3	0,3	1	2	1	1
6.2	Методы измерения фазы	5,8	0,3	0,5	2	1	1
6.3	Измерение параметров импульсных сигналов	4,9	0,4	0,5	1,5	1	1

		лов					
6.4	Методы фигур Лиссажу	6,9	0,4	2	1,5	1	1
6.5	Измерение спектральных характеристик сигналов	5,6	0,6		1	1	1
7	Раздел 7. Измерение параметров цепей	22,2	2	5	4	10	10
7.1	Методы, использующие преобразование параметров в ток или напряжение	4,7	0,4	1	0,8	2	2
7.2	Резонансный метод	4,4	0,4	1	0,8	2	2
7.3	Гетеродинный метод	4,4	0,4	1	0,8	2	2
7.4	Мостовые методы измерения	4,4	0,4	1	0,8	2	2
7.5	Метод дискретного счета	4,3	0,4	1	0,8	2	2
Итого по дисциплине за 5-й семестр:		144	14	30	30	3,3	35,7

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1. Занятия лекционного типа

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Раздел 1. Общие сведения о метрологии и измерительной технике	Основы метрологии. Основные понятия, термины и определения. Общие положения. Единицы физических величин. Средства измерений: понятия и определения. Обобщенные характеристики и параметры. Виды и методы измерений. Виды измерений. Основные методы измерений. Измерительные сигналы и их характеристики. Основные характеристики измерительных сигналов. Классификация измерительных радиотехнических сигналов	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
2.	Раздел 2. Основы теории погрешностей и обработки результатов измерений	Классы точности средств измерений. Погрешности измерений и средств измерений. Случайные погрешности измерений. Вероятностное описание результатов. Характеристики случайных величин и Пг. Статистическая оценка результата измерения. Нормальное распределение. Равномерное распределение. Варианты оценки СлПг. Суммирование погрешностей измерений. Форма записи результата Изм с учетом оценки его Пг. Класс точности средств измерений. Класс точности СИзм. Формы выражения пределов допускаемых Пг. Способы установления пределов допускаемых Пг. Обеспечение единства измерений. Воспроизведение единиц физических величин. Эталоны. Передача размера единицы физической величины. Поверка средств измерений, методы и условия, виды, цели и этапы поверки. Документы поверки	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
3.	Раздел 3. Электрические измерения	Электрические измерения. Электромеханические измерительные приборы. Магнитоэлектрический прибор (механизм). Электромагнитная измерительная система. Электро- и ферродинамические измерительные приборы (механизмы). Электростатический измерительный механизм. Расширение пределов измерения вольтметров. Обобщенные характеристики измерительных систем (механизмов). Измерительные трансформаторы тока и напряжения. Измерение мощности. Измерение мощности в цепях постоянного и переменного однофазного тока. Измерение мощности в цепях трехфазного переменного тока. Измерение энергии в однофазных сетях. Приборы с измерительными преобразователями (тестеры)	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
4.	Раздел 4. Измерение напряжения и тока	Общие сведения об измерении напряжения. Измеряемые параметры напряжения. Методы и средства измерения напряжения. Маркировка вольтметров. Аналоговые вольтметры выпрямительного типа. Влияние входного импеданса вольтметра на результат измерения. Структуры построения вольтметров. Вольтметры постоянного и переменного напряжения. Универсальные вольтметры. Измерительные преобразователи среднего и средневывпрявленного значения, среднеквадратического значения. Амплитуд-	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала

		ные (пиковые) детекторы, уравнения преобразования вольтметров различных типов. Цифроаналоговые преобразователи. Основные параметры ЦАП. Последовательные ЦАП. ЦАП с суммированием токов (матрица R-2R). Аналого-цифровые преобразователи, их параметры. АЦП времяимпульсного преобразования. АЦП двухтактного интегрирования. АЦП последовательного счета. Преобразователи напряжение-частота. Структурная схема цифрового вольтметра. Измерение силы тока. Аналоговые измерители термоэлектрического типа. Измерительные датчики тока бесконтактного типа. Датчики Холла	
5.	Раздел 5. Измерение формы, спектрального состава и параметров электромагнитных колебаний	Электронно-лучевые осциллографы и осциллографические измерения. Устройство и принцип действия универсального ЭЛО. Формирование осциллограммы. Синхронизация. Ждущая развертка. Структурная схема, назначение узлов и блоков ЭЛО. Основные характеристики ЭЛО. Методы осциллографических измерений. Метод калиброванных шкал. Компенсационный метод измерения (метод замещения). Осциллографический метод сравнения частот (метод фигур Лиссажу)	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
6.	Раздел 6. Измерение частоты и временных параметров сигналов	Измерение частоты и временных интервалов. Классификация методов и средств измерения частоты. Метод сравнения с известной частотой, гетеродинный метод измерений. Осциллографический метод сравнения частот (метод фигур Лиссажу). Цифровые методы измерения частоты и периода. Погрешности измерения методом счета. Структурная схема ЭСЧ в режиме измерения периода. Измерение фазового сдвига. Осциллографические методы измерения фазового сдвига. Методы измерения преобразованием угла сдвига фаз в напряжение и интервал времени. Фазометры с фазовым детектированием сигналов	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
7.	Раздел 7. Измерение параметров цепей	Измерение параметров цепей с сосредоточенными параметрами. Метод вольтметра – амперметра. Измерение активного сопротивления. Измерение емкости. Измерение индуктивности. Метод непосредственной оценки. Мостовой метод измерения параметров цепей Измерительные мосты постоянного тока. Измерительные мосты переменного тока. Резонансные методы измерения параметров цепей. Измерение RLC-параметров преобразованием сопротивления в напряжение	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала

2.3.2. Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия)

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Раздел 1. Общие сведения о метрологии и измерительной технике	Основы метрологии. Основные понятия, термины и определения. Общие положения. Единицы физических величин. Средства измерений: понятия и определения. Обобщенные характеристики и параметры. Виды и методы измерений. Виды измерений. Основные методы измерений.	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
2.	Раздел 2. Основы теории погрешностей и обработки результатов измерений	Погрешности измерений Классы точности средств измерений. Погрешности измерений и средств измерений. Случайные погрешности измерений. Вероятностное описание результатов Изм и Пг. Характеристики случайных величин и Пг. Статистическая оценка результата измерения. Нормальное распределение. Равномерное распределение. Варианты оценки СлПг. Суммирование погрешностей измерений.	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
3.	Раздел 3. Электрические измерения	Электрические измерения. Электромеханические измерительные приборы. Магнитоэлектрический прибор (механизм). Амперметры и вольтметры на базе магнитоэлектрической системы. Электромагнитная измерительная система. Электро- и ферродинамические измерительные приборы (механизмы). Электростатический измерительный механизм. Расширение пределов измерения вольтметров. Обобщенные характеристики измерительных систем (механизмов)	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала

4.	Раздел 4. Измерение напряжения и тока	Общие сведения об измерении напряжения. Измеряемые параметры напряжения. Методы и средства измерения напряжения. Маркировка вольтметров. Аналоговые вольтметры выпрямительного типа. Влияние входного импеданса вольтметра на результат измерения. Структуры построения электронных вольтметров. Вольтметры постоянного напряжения. Вольтметры переменного напряжения. Универсальные вольтметры. Измерительные преобразователи (детекторы). Детекторы среднего и средневыпрямленного значения. Детекторы среднеквадратического значения. Амплитудные (пиковые) детекторы с открытым и закрытым входом. Уравнения преобразования вольтметров различных типов. Цифроаналоговые преобразователи напряжения. Основные параметры ЦАП (для применения в вольтметрии). Последовательные ЦАП (на базе ШИМ). ЦАП с суммированием весовых токов (матрица R-R).	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
5.	Раздел 5. Измерение формы, спектрального состава и параметров электромагнитных колебаний	Электронно-лучевые осциллографы и осциллографические измерения. Устройство и принцип действия универсального ЭЛО. Формирование осциллограммы. Синхронизация. Ждущая развертка. Структурная схема, назначение узлов и блоков ЭЛО.	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
6.	Раздел 6. Измерение частоты и временных параметров сигналов	Измерение частоты и временных интервалов. Классификация методов и средств измерения частоты. Метод перезаряда конденсатора. Метод сравнения с известной частотой, гетеродинный метод измерений. Осциллографический метод сравнения частот (метод фигур Лиссажу). Цифровые методы измерения частоты и периода. Структурная схема ЭСЧ в режиме измерения частоты.	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
7.	Раздел 7. Измерение параметров цепей	Измерение параметров цепей с сосредоточенными параметрами. Метод вольтметра – амперметра. Измерение активного сопротивления. Измерение емкости. Измерение индуктивности. Метод непосредственной оценки. Мостовой метод измерения параметров цепей Измерительные мосты.	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала

2.3.3. Занятия лабораторного типа

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Раздел 1. Общие сведения о метрологии и измерительной технике	Измерительные сигналы и их характеристики. Основные характеристики измерительных сигналов.	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
2.	Раздел 2. Основы теории погрешностей и обработки результатов измерений	Форма записи результата Изм с учетом оценки его Пг. Класс точности средств измерений. Класс точности СИзм. Формы выражения пределов допускаемых Пг СИзм. Способы установления пределов допускаемых Пг. Обеспечение единства измерений. Поверка средств измерений. Методы и условия поверки. Виды, цели и этапы поверки. Документы поверки	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
3.	Раздел 3. Электрические измерения	Изучение аналогового комбинированного измерительного прибора (тестера)	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
4.	Раздел 4. Измерение напряжения и тока	Изучение цифрового комбинированного измерительного прибора	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала

5.	Раздел 5. Измерение формы, спектрального состава и параметров электромагнитных колебаний	Изучение электронно-лучевого и цифрового осциллографа. Выполнение измерений	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
6.	Раздел 6. Измерение частоты и временных параметров сигналов	Изучение электронного частотомера. Выполнение измерений с использованием цифрового осциллографа и частотомера	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала

3 Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, практические занятия, проблемное обучение, модульная технология, подготовка письменных аналитических работ, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проектных методик, мозгового штурма, разбора конкретных ситуаций, анализа педагогических задач, педагогического эксперимента, иных форм) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

При реализации учебной работы по освоению курса используются информационно-коммуникационные технологии, исследовательские методы в обучении, проблемное обучение.

Успешное освоение материала курса предполагает самостоятельную работу студентов и руководство этой работой со стороны преподавателей.

4 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Метрология и радиоизмерения».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме тестовых заданий, доклада-презентации по проблемным вопросам, разноуровневых заданий, ролевой игры, ситуационных задач (указать иное) и промежуточной аттестации в форме вопросов и заданий (указать иное) к экзамену (дифференцированному зачету, зачету).

Раздел 1. Общие сведения о метрологии и измерительной технике

1. Метрология – это наука об измерениях, рассматривающая задачи:
 - а) создания методов и средств достижения требуемой точности измерений
 - б) создания методов и средств измерений
 - в) разработки системы средств, методов и нормативной базы обеспечения единства измерений
 - г) создания методов и средств измерений, разработки системы средств, методов и нормативной базы обеспечения единства измерений, методов и средств достижения требуемой точности измерений
2. Что является главным предметом метрологии?

- а) определение общих методов обработки результатов измерений, оценка их точности
- б) извлечение количественной информации о свойствах объектов и процессов с заданной точностью и достоверностью
- в) разработка общей теории измерений физических величин
- г) установление и регламентация методов и средств измерений
3. Какие компоненты включает в себя метрологическое обеспечение измерений? Укажите все правильные ответы:
- а) нормотворческую
- б) гуманитарную
- в) правовую
- г) научную
- д) организационную
4. Главный нормативный акт по обеспечению единства измерений?
- а) закон РФ
- б) правила РФ
- в) договор РФ
- г) конституция РФ
- 5 Она бывает теоретическая, прикладная, законодательная?
- а) методика
- б) история
- в) метрология
- г) величина

Время выполнения задания – 5 минут

Ключ

№ вопроса	Правильные ответы
1	г
2	б
3	в, г, д
4	а
5	в

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется, если студент отвечает правильно на 5 вопросов;
- оценка «хорошо» выставляется, если студент отвечает правильно на 4 вопроса;
- оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент отвечает правильно на 3 вопроса;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент отвечает правильно не более чем на 2 вопроса.

Раздел 3 Электротехнические измерения

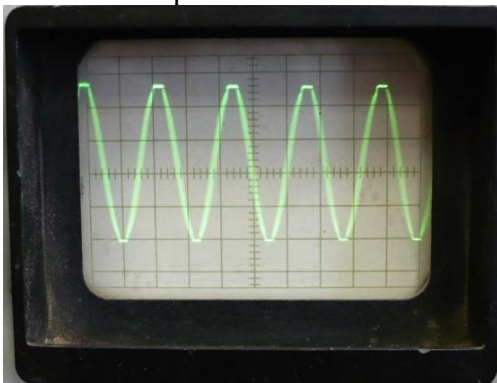
5. Объясните, какие элементы содержат аналоговые измерительные приборы? Каковы их функции и характеристики? Почему величина противодействующего момента должна зависеть от угла поворота подвижной части механизма?
6. Магнитоэлектрические приборы. Принцип действия. Обозначение. Достоинства и недостатки.
7. Назвать прибор и определить его цену деления



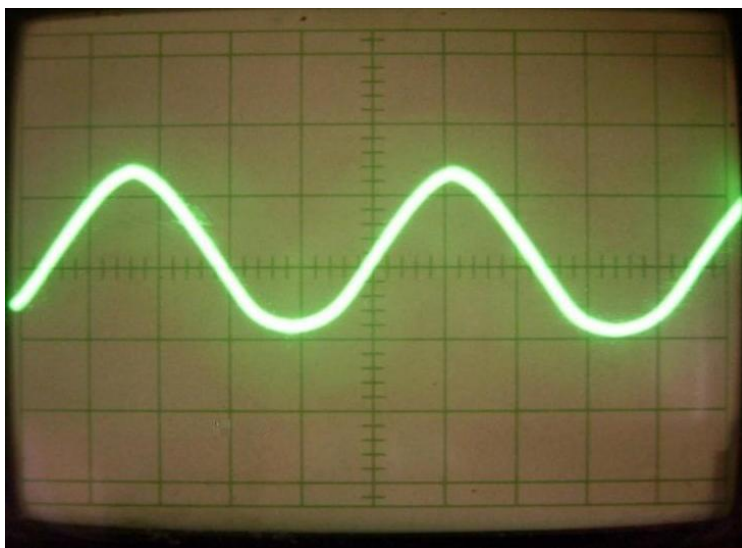
8. Какими параметрами определяется величина отклонения подвижной части приборов магнитоэлектрической системы?
9. Электромагнитные приборы. Принцип действия. Обозначение. Достоинства и недостатки.
10. Объясните принцип действия приборов термоэлектрической системы. Их характеристики и область применения.
11. Электродинамические приборы. Принцип действия. Обозначение. Достоинства и недостатки.
12. Объясните принцип действия приборов выпрямительной системы. Область применения.
13. Электростатические приборы. Принцип действия. Обозначение. Достоинства и недостатки.

Раздел 5. Измерение формы, спектрального состава и параметров электромагнитных колебаний

14. Для каких целей применяют осциллографы?
15. Какие блоки входят в состав структурной схемы универсального осциллографа?
16. Автоколебательная развёртка. Применение.
17. По осциллограмме определить вид и параметры сигнала (амплитуду, период, частоту)
18. Масштаб: времени – 1 клетка-0,2 мс; напряжения - 1 клетка -2 вольта
19. Устройство, принцип действия, основные параметры и характеристики ЭЛТ.
20. Для чего применяют синхронизацию развёрток осциллографа?
21. Как измеряют амплитуду сигналов с помощью осциллографа?
22. По осциллограмме определить вид и параметры сигнала (амплитуду, период, частоту). Масштаб: времени – 1 клетка - 0,5 мс/дел; напряжения - 1 клетка -0,5 В/дел



23. Принцип действия осциллографа.
24. Перечислите основные виды развёрток
25. Для каких целей в осциллографах применяют калибраторы амплитуды?
26. По осциллограмме определить вид и параметры сигнала (амплитуду, длительность, период, частоту, скважность). Масштаб: времени – 1 клетка – 50 мкс/дел; напряжения - 1 клетка – 1 В/дел

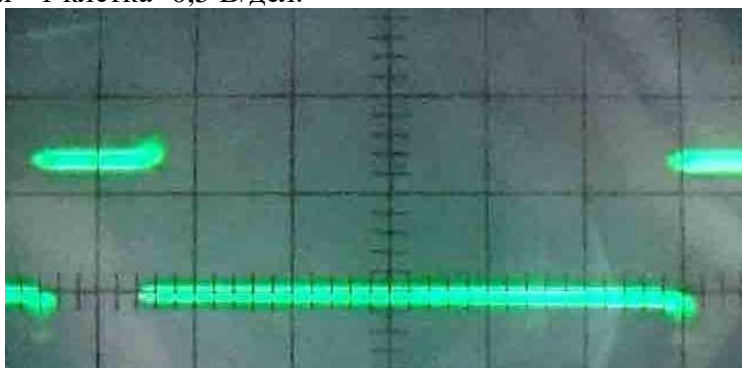


1. Виды осциллографов.

27. Ждущая развёртка. Применение.

28. Калибраторы осциллографа.

29. По осциллограмме определить вид и параметры сигнала (амплитуду, длительность, период, частоту, скважность). Масштаб: времени – 1 клетка – 100 мкс/дел; напряжения - 1 клетка -0,5 В/дел.



Раздел 4. Измерение напряжения и тока

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

Экзаменационные вопросы

Раздел 1. Общие сведения о метрологии и измерительной технике

- 1.1. Основные понятия, термины и определения метрологии. Общие положения
- 1.2. Единицы физических величин. Истинное, действительное значения ФВ. Влияющая, постоянная и переменная ФВ. Сигнал и физический параметр
- 1.3. Средства измерений: понятия и определения. Обобщенные характеристики и параметры средств измерений
- 1.4. Измерительные приборы и измерительные преобразователи. Обобщенные характеристики и параметры средств измерений
- 1.5. Виды и методы измерений. Классификация. Прямые косвенные и совокупные измерения
- 1.6. Виды измерений. Классификация. Совместные, абсолютные и относительные измерения
- 1.7. Основные методы измерений. Классификация. Метод непосредственной оценки, метод сравнения, нулевой метод и его разновидности

Раздел 2. Основы теории погрешностей и обработки результатов измерений

- 2.1. Понятие погрешности измерений и погрешности средства измерений. Точность. Неопределенность. Классификация погрешностей. Поправка
- 2.2. Понятие погрешности измерений. Классификация погрешностей. Абсолютная, относительная и приведенная погрешности
- 2.3. Понятие погрешности измерений. Классификация погрешностей. Случайная и систематическая погрешности. Неисключенная погрешность, грубая и промах
- 2.4. Понятие погрешности измерений. Классификация погрешностей. Методическая, инструментальная и основная и дополнительная погрешности
- 2.5. Понятие погрешности измерений. Классификация погрешностей. Статическая, динамическая и аддитивная, мультипликативная погрешности
- 2.6. Случайные погрешности измерений. Вероятностное описание результатов измерений и погрешностей. Характеристики случайных величин и Пг
- 2.7. Случайные погрешности измерений. Статистическая оценка результата измерения. Нормальное и равномерное распределение случайной погрешности
- 2.8. Случайные погрешности измерений. Варианты оценки случайных погрешностей. Правило «трех сигм»
- 2.9. Случайные погрешности измерений. Суммирование погрешностей измерений. Общая погрешность измерений. Приписанная погрешность
- 2.10. Класс точности средств измерений. Формы выражения пределов допускаемых погрешностей измерений
- 2.11. Задачи обеспечения единства измерений. Эталоны, образцовые и рабочие средства измерений
- 2.12. Воспроизведение единиц физических величин. Эталоны, их классификация и признаки
- 2.13. Передача размера единицы физической величины. Поверочная схема
- 2.14. Поверка средств измерений. Определение Методы и условия поверки
- 2.15. Поверка средств измерений. Определение Виды, цели и этапы поверки. Документы поверки

Раздел 3. Электрические измерения

- 3.1. Электромеханические измерительные приборы. Классификация, основные термины и определения. Обобщенные характеристики измерительных систем (механизмов)
- 3.2. Магнитоэлектрический прибор (механизм). Конструкция, принцип действия, уравнение шкалы. Достоинства и недостатки

- 3.3. Электромагнитная измерительная система Конструкция, принцип действия, уравнение шкалы. Достоинства и недостатки
- 3.4. Электро- и ферродинамические измерительные приборы (механизмы). Конструкция, принцип действия, уравнение шкалы. Достоинства и недостатки
- 3.5. Электростатический измерительный механизм Конструкция, принцип действия, уравнение шкалы. Достоинства и недостатки
- 3.6. Амперметры и вольтметры на базе электромеханических систем. Расширение пределов измерения вольтметров
- 3.7. Назначение, устройство и принцип действия измерительных трансформаторов тока. Условное обозначение, фазировка и коэффициент трансформации. Основные метрологические характеристики
- 3.8. Назначение, устройство и принцип действия измерительных трансформаторов и напряжения. Условное обозначение, фазировка и коэффициент трансформации. Основные метрологические характеристики
- 3.9. Измерительные трансформаторы тока и напряжения. Погрешности ИТ. Особенности эксплуатации ИТ
- 3.10. Измерение мощности. Общие положения. Измерение мощности в цепях постоянного и однофазного переменного тока
- 3.11. Измерение мощности в высоковольтных цепях переменного тока. Измерение мощности в цепях трехфазного переменного тока
- 3.12. Измерение энергии в однофазных сетях. Электронный счетчик электроэнергии. Устройство, принцип действия, преимущества и недостатки

Раздел 4. Измерение напряжения и тока

- 4.1. Общие сведения об измерении напряжения. Измеряемые параметры напряжения. Коэффициенты амплитуды, формы и усреднения
- 4.2. Методы и средства измерения напряжения. Маркировка вольтметров. Аналоговые вольтметры выпрямительного типа
- 4.3. Аналоговые вольтметры выпрямительного типа. Влияние входного импеданса вольтметра на результат измерения
- 4.4. Структуры построения электронных вольтметров. Классификация. Вольтметры постоянного напряжения
- 4.5. Структуры построения электронных вольтметров переменного напряжения. Универсальные вольтметры
- 4.6. Детекторные измерительные преобразователи. Классификация. Детекторы среднего и средневыпрямленного значения
- 4.7. Детекторные измерительные преобразователи. Классификация. Детекторы среднеквадратического значения
- 4.8. Детекторные измерительные преобразователи. Классификация. Амплитудные (пиковые) детекторы с открытым и закрытым входом
- 4.9. Детекторные измерительные преобразователи. Классификация. Уравнения преобразования вольтметров различных типов
- 4.10. Цифроаналоговые преобразователи напряжения. Основные параметры ЦАП (для применения в вольтметрии)
- 4.11. Основные параметры ЦАП (для применения в вольтметрии). Последовательные ЦАП (на базе ШИМ). Назначение, устройство, принцип действия, преимущества и недостатки
- 4.12. Основные параметры ЦАП (для применения в вольтметрии). ЦАП с суммированием весовых токов (матрица $R-2R$)
- 4.13. Аналого-цифровые преобразователи. Параметры АЦП, применяемые в цифровых вольтметрах

- 4.14. Последовательные АЦП. Назначение, устройство, принцип действия, преимущества и недостатки
- 4.15. АЦП времяимпульсного преобразования. Назначение, устройство, принцип действия, преимущества и недостатки
- 4.16. АЦП двухтактного интегрирования. Назначение, устройство, принцип действия, преимущества и недостатки
- 4.17. Преобразователи напряжение-частота. Назначение, устройство, принцип действия, преимущества и недостатки
- 4.18. Измерение силы тока. Аналоговые измерители термоэлектрического типа, преимущества и недостатки
- 4.19. Измерительные токовые датчики бесконтактного типа. Назначение, устройство, принцип действия, преимущества и недостатки

Раздел 5. Измерение формы, спектрального состава и параметров электромагнитных колебаний

- 5.1. Назначение, устройство, принцип действия универсального ЭЛО. Основные метрологические характеристики ЭЛО
- 5.2. ЭЛО. Формирование осциллограммы. Синхронизация
- 5.3. Структурная схема, назначение узлов и блоков ЭЛО. Ждущая развертка
- 5.4. Основные характеристики ЭЛО. Методы осциллографических измерений, преимущества и недостатки
- 5.5. Методы осциллографических измерений. Метод калиброванных шкал, преимущества и недостатки
- 5.6. Методы осциллографических измерений. Компенсационный метод измерения (метод замещения), преимущества и недостатки
- 5.7. Методы осциллографических измерений Осциллографический метод сравнения частот (метод фигур Лиссажу), преимущества и недостатки

Раздел 6. Измерение частоты и временных параметров сигналов

- 6.1. Классификация методов и средств измерения частоты. Метод перезаряда конденсатора, преимущества и недостатки
- 6.2. Классификация методов и средств измерения частоты. Метод сравнения с известной частотой, гетеродинный метод измерений
- 6.3. Классификация методов и средств измерения частоты. Осциллографический метод сравнения частот (метод фигур Лиссажу), преимущества и недостатки
- 6.4. Цифровой метод измерения частоты. Устройство, принцип действия электронно-счетного частотомера в режиме измерения частоты
- 6.5. Цифровые методы измерения частоты и периода. Погрешности измерения методом счета
- 6.6. Цифровой метод измерения периода. Устройство, принцип действия электронно-счетного частотомера в режиме измерения периода
- 6.7. Измерение фазового сдвига. Классификация методов. Осциллографические методы измерения фазового сдвига.
- 6.8. Классификация методов измерения фазового сдвига. Фазометр с преобразованием угла сдвига фаз в напряжение. Устройство, принцип действия, преимущества и недостатки
- 6.9. Классификация методов измерения фазового сдвига. Фазометр с преобразованием угла сдвига фаз во временной интервал. Устройство, принцип действия, преимущества и недостатки
- 6.10. Классификация методов измерения фазового сдвига. Компенсационный метод измерения фазового сдвига, преимущества и недостатки

- 6.11. Измерительные генераторы. Классификация. Основные метрологические характеристики
- 6.12. Назначение, устройство, принцип действия LC-генераторов (высокочастотные генераторы). Основные метрологические характеристики
- 6.13. Назначение, устройство, принцип действия RC-генераторов на основе моста Вина (низкочастотные). Основные метрологические характеристики
- 6.14. Импульсные генераторы и генераторы специальной формы. Назначение, устройство, принцип действия
- 6.15. Функциональные генераторы. Генераторы шума. Назначение, устройство, принцип действия

Раздел 7. Измерение параметров цепей

- 6.16. Классификация методов измерения параметров цепей с сосредоточенными параметрами. Метод вольтметра–амперметра при измерении активного сопротивления, преимущества и недостатки
- 6.17. Метод вольтметра–амперметра при измерении емкости и индуктивности, преимущества и недостатки
- 6.18. Классификация методов измерения параметров цепей с сосредоточенными параметрами. Метод непосредственной оценки
- 6.19. Классификация методов измерения параметров цепей с сосредоточенными параметрами. Измерительные мосты постоянного тока, преимущества и недостатки
- 6.20. Классификация методов измерения параметров цепей с сосредоточенными параметрами. Мостовой метод измерения параметров цепей. Измерительные мосты переменного тока, преимущества и недостатки
- 6.21. Резонансные методы измерения параметров цепей. Измерение *RLC*-параметров преобразованием сопротивления в напряжение

5 Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1 Основная литература:

1. Гречишников В.М. Метрология и радиоизмерения: учеб. пособие / В.М. Гречишников, О.В. Теряева. □ Самара: Изд-во Самарского университета, 2018. □ 204 с: ил.
2. Данилин А.А., Лавренко Н.С. Измерения в радиоэлектронике. Учебное пособие.
3. Метрология и радиоизмерения: Учеб. для вузов/В.И. Нефедов, А.С. Сигов, В.К. Битюков и др.; Под ред. В.И. Нефедова. - 2-е изд., перераб. - М.: Высш. шк., 2006. - 526 с: ил.
4. Борицько С.И., Дементьев Н. В., Тихонов Б.Н., Ходжаев И.А. Метрология и электро-радиоизмерения в телекоммуникационных системах. Учебное пособие / Под общей редакцией Б. Н. Тихонова - М.: Горячая линия-Телеком, 2007. □ 374, с: ил.
5. Тартаковский Д.Ф., Ястребов А.С. Метрология, стандартизация и технические средства измерений: Учеб. для вузов. – М.: Высш. шк., 2001. – 205 с.: ил.
6. М.: Издательский центр «Академия», 2006. - 288 с.
7. Раннев Г.Г. Методы и средства измерений: Учебник для вузов. - 2-е изд., стереотип. - М.: Издательский центр «Академия», 2004. - 336 с.

5.2 Дополнительная литература

8. ГОСТ 8.401-80. Государственная система обеспечения единства измерений. Классы точности средств измерений. Общие требования.
9. ГОСТ 8.061-80. Государственная система обеспечения единства измерений. Поверочные схемы. Содержание и построение ГОСТ 8.061-80.

10. Электрические измерения (с лабораторными работами): Учебник для техникумов / Под ред. Малиновского В.Н. □ М.: Энергоатомиздат, 1982. - 392 с., ил.
11. Панфилов В.А. Электрические измерения: учебник для студ. сред. проф. образования / ГОСТ 23217-78. Приборы электроизмерительные аналоговые с непосредственным отсчетом. Наносимые условные обозначения
12. Метрология и радиоизмерения: учебник / И.В. Лютиков, А.Н. Фомин, В.А. Леусенко и др.; под общ. ред. Д.С. Викторова. □ Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2016. □ 508 с.
13. ГОСТ 7746-2015. Трансформаторы тока. Общие технические условия
14. ГОСТ 1983-2015 Трансформаторы напряжения. Общие технические условия
15. Кунцевич В.А. Измерение параметров напряжения различной формы: Учебное пособие. □ М.: Изд-во МАИ, 1991. - 48 с: ил.
16. Измерения в электронике: Справочник / Под ред. Кузнецова В.А. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 512 с.: ил.
17. Кукуш В.Д. Электрорадиоизмерения: Учебн. пособие для вузов. □ М.: Радио и связь, 1985. – 368 с.: ил.
18. Дворяшин Б.В. Основы метрологии и радиоизмерения: Учеб. пособие для вузов. - М.: Радио и связь, 1993. - 320 с., ил.

5.3 Программное обеспечение

19. Оригинальные программы и программы-симуляторы для выполнения расчетно-графических и лабораторных работ на ЭВМ.
20. Специализированные библиотеки программ и алгоритмов системы для научных исследований MATLAB.
21. Специализированные библиотеки программ, алгоритмов и демонстрационных файлов среды для создания инженерных приложений SIMULINK.
22. Программный комплекс для электронного тестирования студентов с необходимым банком тестовых заданий.

5.4 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

23. Глобальные поисковые системы Internet: Google, Yandex и др.
24. Официальные сайты - источники отечественных и зарубежных нормативных документов:
25. сайт Министерства связи и массовых коммуникаций РФ: <http://www.minsvyaz.ru>;
26. сайт Главного радиочастотного центра РФ: <http://www.grfc.ru>;
27. сайт Европейского института стандартов в области телекоммуникаций: <http://www.etsi.org/>;
28. сайт Европейского института стандартов в - сайт Международного союза электросвязи: <http://www.itu.int/>;
29. сайт Федеральной комиссии по связи (США): <http://www.fcc.gov/> и др.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

30. Класс персональных компьютеров для проведения фронтальных лабораторных занятий с установленным программным обеспечением: операционная система WINDOWS XP, приложения MICROSOFT OFFICE, MATLAB, SIMULINK.
31. Лабораторная аудитория для проведения фронтальных лабораторных занятий с использованием лабораторных стендов для физического моделирования фрагментов систем радиосвязи.