

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

---

Институт радиоэлектроники и информационных технологий (ИРИТ)  
(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

\_\_\_\_\_ Мякинников А.В.  
(подпись) (ФИО)

“22” апреля 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.Б.24 Метрология и радиоизмерения**

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 11.03.01 Радиотехника

Направленность (программа): Радиоэлектронные системы

Форма обучения: очная, заочная

Год начала подготовки: 2025

Выпускающая кафедра: ИРС

Кафедра-разработчик: ИРС

Объем дисциплины: 144/4  
часов/з.е

Промежуточная аттестация: экзамен

Разработчики: Зенькович А. В., д. т. н., профессор;  
Фомина К. С., ассистент

Нижний Новгород, 2025 год

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 19 сентября 2017 года № 931 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 12.12.2024 г. № 5.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол 17 марта 2025 г. № 6.

Зав. кафедрой к.т.н, доцент, Приблудова Е.Н. \_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИРИТ,  
протокол от 22 апреля 2025 г. № 3.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 11.03.01-р-24  
Начальник МО \_\_\_\_\_ Севрюкова Е.Г.

Заведующая отделом НТБ

\_\_\_\_\_  
(подпись) Н.И. Кабанина

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1</b>	<b>ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>4</b>
1.1	Цель освоения дисциплины.....	4
1.2	Задачи освоения дисциплины (модуля) .....	4
<b>2</b>	<b>МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>7</b>
4.1	РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ.....	7
4.2	СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ .....	8
<b>5</b>	<b>ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ....</b>	<b>19</b>
5.1	ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	19
5.2	ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛЫ ОЦЕНИВАНИЯ .	19
<b>6</b>	<b>УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>21</b>
6.1	УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	21
6.2	СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	21
6.3	МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	21
<b>7</b>	<b>ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>22</b>
7.1	ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ .....	22
7.2	ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	22
<b>8</b>	<b>ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....</b>	<b>22</b>
<b>9</b>	<b>МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>23</b>
<b>10</b>	<b>МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>25</b>
10.1	ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	25
10.2	МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА.....	25
10.3	МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ .....	26
10.4	МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ .....	26
10.5	МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ .....	26
<b>11</b>	<b>ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>27</b>
11.1	ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА В ХОДЕ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ .....	27
11.1.1	Типовые задания для лабораторных работ для студентов всех форм обучения .....	27
11.1.2	Типовые задачи для практических работ для студентов очного обучения .....	27

## **1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1 Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является получение знаний в областиметрологического обеспечения, электронных измерений и стандартизации применительно к задачам разработки, производства и эксплуатации электронных средств.

### **1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля)**

Задачи освоения дисциплины:

- овладение принципами и методами измерения параметров и характеристик цепей и сигналов при разработке, производстве и эксплуатации электронных средств;
- ознакомление с методами обеспечения единства измерений и соответствующей нормативной документацией;
- изучение структурных схем с прохождением сигналов в них, технических и метрологических характеристик средств измерений;
- приобретение навыков обработки результатов измерений, оценки погрешности измерений.

## **2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина «Метрология и радиоизмерения» включена в обязательный перечень дисциплин в рамках базовой части Блока 1, установленного ФГОС ВО, и является обязательной для профиля направления подготовки «Радиоэлектронные системы».

Дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении физики, математики, основ теории цепей, а также отдельных разделов дисциплин «Радиоматериалы и радиокомпоненты» и «Электроника».

Дисциплина содержательно связана со всеми изучаемыми после нее дисциплинами, в которых проводятся лабораторные работы с использованием электронных измерительных приборов. При этом обеспечивается осознанное экспериментальное подтверждение технических положений и выводов при исследовании реальных электронных узлов, блоков и систем. Дисциплина «Метрология и радиоизмерения» связана с последующей практикой и научно-исследовательской работой при их практической направленности, при проведении экспериментальных исследований.

Имеется также содержательная и методическая взаимосвязь дисциплины с последующими дисциплинами «Схемотехника аналоговых электронных устройств», «Цифровые устройства и микропроцессоры», «Радиопередающие устройства», «Основы техники радиоприема», к которым относятся ряд изучаемых измерительных аналоговых и цифровых узлов и устройств.

Рабочая программа дисциплины «Метрология и радиоизмерения» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### 3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1– Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Физика ОПК-2</i>								
<i>Электроника ОПК-2</i>								
<i>Радиотехнические цепи и сигналы ОПК-2</i>								
<i>Метрология и радиоизмерения ОПК-2</i>								
<i>Проектно-технологическая (технологическая) практика ОПК-2</i>								
<i>Выполнение и защита ВКР ОПК-2</i>								

# ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2– Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
<b>ОПК-2.</b> Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных.	<b>ИОПК-2.1.</b> Использует основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации.	<b>Знать:</b> основные нормативные положения и законодательные акты в области метрологии; цели и методы сертификации; принципы, методы измерений радиотехнических величин и структурные схемы радиоизмерительных приборов.	<b>Уметь:</b> осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.	<b>Владеть:</b> методами и средствами измерения параметров и характеристик цепей, сигналов при разработке, производстве и эксплуатации радиотехнических средств; навыками обработки результатов измерений, оценки погрешности измерений, готовность осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.	Отчеты о выполнении лабораторных работ с устными ответами на теоретические вопросы. Решение практических задач после изучения каждого раздела курса.	Вопросы для устного собеседования – 35билетов.
	<b>ИОПК-2.2.</b> Выбирает способы и средства измерений и проводит экспериментальные исследования.	<b>Знать:</b> терминологию, основные понятия и определения; основы теории погрешностей измерений; методы обработки результатов измерений; способы нормирования и формы задания метрологических характеристик средств измерений, основные нормативные положения и законодательные акты в области метрологии; цели и методы сертификации; принципы, методы измерений радиотехнических величин и структурные схемы радиоизмерительных приборов; принципы построения и структуру автоматизированных средств измерений и контроля, правила техники безопасности при работе с электроизмерительными приборами.	<b>Уметь:</b> применять современные методы и средства измерения для измерения параметров и характеристик цепей сигналов, соблюдать правила техники безопасности при работе с электроизмерительными приборами.	<b>Владеть:</b> знаниями о методах измерений радиотехнических величин; принципами построенияавтоматизированных средств.		

## 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4зач.ед. 144 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблицах 3.1-3.3.

Таблица 3.1–Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очного обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		5 сем.
<b>Формат изучения дисциплины</b>	с использованием элементов электронного обучения	
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>57</b>	<b>57</b>
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
занятия лекционного типа (Л)	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др.)	17	17
лабораторные работы (ЛР)	17	17
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	6	6
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	51	51
Подготовка к экзамену (контроль)	36	36

Таблица 3.2 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов заочного обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по курсам
		4 курс
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>23</b>	<b>23</b>
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>16</b>	<b>16</b>
занятия лекционного типа (Л)	8	8
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др.)		
лабораторные работы (ЛР)	8	8
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	7	7
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>112</b>	<b>112</b>
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	112	112
Подготовка к экзамену (контроль)	9	9

#### 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4.1–Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоёмкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоёмкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
5 семестр									
ОПК-2:	Раздел 1Введение								



Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
5 семестр									
ИОПК-2.2	Тема 1.1 Введение, общие сведения о методах, средствах и погрешностях измерения	0,5							
	Тема 1.2 Электронный осциллограф	0,25							
	Итого по 1 разделу	0,75							
ОПК-2: ИОПК-2.1, ИОПК-2.2	Раздел 2Измерение частоты и интервалов времени								
	Тема 2.1 Определения, единицы измерения, меры частоты и времени	0,5							
	Тема 2.2 Классификация методов и средств измерения	0,25							
	Тема 2.3 Электронно-счетный частотомер	0,5							
	Тема 2.4 Электронно-счетный измеритель периода и временных интервалов	0,5							
	Тема 2.5 Гетеродинный метод измерения частоты	0,25							
	Тема 2.6 Измеритель частоты СВЧ колебаний	0,25							
	Тема 2.7 Резонансный метод измерения частоты	0,1							
	Практическая работа №1Измерение частоты и интервалов времени			4	5,5	Подготовка по лекциям раздела 2			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
5 семестр									
	Лабораторная работа № 1Измерение частоты и интервалов времени		4		6	[6.1.1] стр. 31-60,[6.2.1] стр. 189-206, [6.2.2]стр. 26-50, [6.3.1] стр. 22-32, [6.3.2] стр. 35-63			
	Итого по 2 разделу	2,35	4	4	11,5				
ОПК-2: ИОПК-2.1, ИОПК-2.2	Раздел 3Измерение напряжения и мощности								
	Тема 3.1Значения напряжения	1							
	Тема 3.2Аналоговые измерители постоянного напряжения	0,1							
	Тема 3.3Цифровой вольтметр постоянного напряжения	0,5							
	Тема 3.4Вольтметр переменного напряжения	0,35							
	Тема 3.5Детекторы средневых значений (линейные детекторы)	0,25							
	Тема 3.6Преобразователи среднеквадратичных значений и квадратичный вольтметр	0,25							
	Тема 3.7Пиковые (амплитудные) детекторы и вольтметр	0,25							
	Тема 3.8Измерение напряжения сложной формы	0,25							
	Тема 3.9Измерение мощности	0,25							
	Практическая работа № 2Измерение			4	5,5	Подготовка по лекциям раз-			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
5 семестр									
	напряжения и мощности					дела 3			
	Лабораторная работа № 2Измерение напряжения и мощности		4		6	[6.2.1] стр. 93-132, 229-249, [6.3.1] стр. 46-58,[6.3.3] стр. 5-40			
	Итого по 3 разделу	3,2	4	4	11,5				
ОПК-2: ИОПК-2.1, ИОПК-2.2	Раздел 4Измерение параметров спектра сигналов								
	Тема 4.1Общие сведения	0,5							
	Тема 4.2Параллельный анализ спектра на основе принципа фильтрации	0,5							
	Тема 4.3Принцип последовательного анализа спектра	0,5							
	Тема 4.4Структурная схема анализатора спектра, назначение и взаимодействие узлов	0,75							
	Тема 4.5Технические характеристики анализатора спектра	0,75							
	Тема 4.6Анализаторы спектра высоких и сверхвысоких частот	0,1							
	Практическая работа № 3Измерение параметров спектра сигналов			5	7,5	Подготовка по лекциям раздела 4			
	Лабораторная ра-		5		7,5	[6.1.1] стр. 62-87,			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
5 семестр									
	бота № 3Измерение параметров спектра сигналов					[6.2.1]стр. 251-271, [6.3.1] стр. 32-44, [6.3.2] стр. 63-82			
	Итого по 4 разделу	3,1	5	5	15				
ОПК-2: ИОПК-2.2	Раздел 5Измерение нелинейных искажений								
	Тема 5.1Линейные и нелинейные цепи	0,25							
	Тема 5.2Критерии нелинейности	0,5			0,5	[6.3.3] стр. 41-47			
	Тема 5.3Измерение коэффициента гармоник	0,5			0,5	[6.3.3] стр. 47-50			
	Итого по 5 разделу	1,25			1				
ОПК-2: ИОПК-2.1, ИОПК-2.2	Раздел 6Измерение разности фаз								
	Тема 6.1Введение	0,1							
	Тема 6.2Двухканальное гетеродинное преобразование частоты	0,5							
	Тема 6.3Двухканальноеумножение частоты	0,5							
	Тема 6.4Двухканальноеделение частоты	0,5							
	Тема 6.5Источники погрешностей измерения разности фаз	0,5							
	Тема6.6Осциллографические методы измерения разности фаз	0,25							
	Тема 6.7Фазовращатели	1,25							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
5 семестр									
	Тема 6.8Фазовые детекторы	2,5							
	Тема 6.9Компенсационный метод измерения	0,25							
	Практическая работа № 4 Измерение разности фаз			4	6	Подготовка по лекциям раздела 6			
	Лабораторная работа № 4Измерение разности фаз		4		6	[6.2.1]стр. 207-228, [6.3.1]стр. 74-80, [6.3.3] стр. 51-77			
	Итого по 6 разделу	6,35	4	4	12				
	Подготовка к экзамену				36	[6.1.1] стр. 31-87, [6.2.1] стр. 14-48, 93-132, 189-271, [6.2.2] стр. 17-65, [6.3.2] стр. 7-11, 35-82, [6.3.3] стр. 5-77			
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	17	17	17	51				
	ИТОГО по дисциплине	17	17	17	51				

Таблица 4.2–Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов заочного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
5 семестр									

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
5 семестр									
ОПК-2: ИОПК-2.2	Раздел 1 Введение								
	Тема 1.1 Введение, общие сведения о методах, средствах и погрешностях измерения	0,5							
	Тема 1.2 Электронный осциллограф	0,5							
	Итого по 1 разделу	1							
ОПК-2: ИОПК-2.1, ИОПК-2.2	Раздел 2 Измерение частоты и интервалов времени								
	Тема 2.1 Определения, единицы измерения, меры частоты и времени	0,25			3	[6.1.1] стр. 31-35,[6.2.1] стр. 189-192, [6.2.2] стр. 26-45			
	Тема 2.2 Классификация методов и средств измерения				1,5	[6.2.1] стр. 25-38,[6.2.2] стр. 48-50, [6.3.2] стр. 38			
	Тема 2.3 Электронно-счетный частотомер	0,25			3,5	[6.1.1] стр. 35-43,[6.2.1] стр. 196-200, [6.3.2] стр. 38-45			
	Тема 2.4 Электронно-счетный измеритель периода и временных интервалов	0,15			3,5	[6.1.1] стр. 43-48,[6.2.1] стр. 200-204, [6.3.2] стр. 45-49			
	Тема 2.5 Гетеродинамный метод измерения частоты	0,1			2	[6.1.1] стр. 51-55,[6.2.1] стр. 192-196,[6.3.2] стр. 53-56			
	Тема 2.6 Измеритель частоты СВЧ колебаний	0,25			2	[6.1.1] стр. 56-60,[6.3.2] стр. 56-59			
	Тема 2.7 Резонансный метод измерения частоты				1	[6.2.1] стр. 192-196, [6.3.2] стр. 59-61			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
5 семестр									
	Лабораторная работа № 1Измерение частоты и интервалов времени		2		10	[6.1.1] стр. 31-60, [6.2.1] стр. 189-206, [6.2.2] стр. 26-50, [6.3.1] стр. 22-32, [6.3.2] стр. 35-63			
	Итого по 2 разделу	1			26,5				
ОПК-2: ИОПК-2.1, ИОПК-2.2	Раздел 3Измерение напряжения и мощности								
	Тема 3.1Значения напряжения	0,1			2,5	[6.2.1] стр. 93-96, [6.3.3]стр. 5-11			
	Тема 3.2Аналоговые измерители постоянного напряжения				2	[6.2.1] стр. 107-115, [6.3.3]стр. 11-13			
	Тема 3.3Цифровой вольтметр постоянного напряжения	0,1			2,5	[6.2.1] стр. 115-119, [6.3.3]стр. 14-20			
	Тема 3.4Вольтметр переменного напряжения	0,1			1	[6.2.1] стр. 119-127, [6.3.3]стр. 20			
	Тема 3.5Детекторы средневыпрямленных значений (линейные детекторы)	0,1			2	[6.2.1] стр. 127-128, [6.3.3]стр. 21-24			
	Тема 3.6Преобразователи среднеквадратичных значений и квадратичный вольтметр	0,1			2	[6.2.1] стр. 127-128, [6.3.3]стр. 24-27			
	Тема 3.7Пиковые (амплитудные) детекторы и вольтметр	0,25			1,5	[6.3.3]стр. 27-35			
	Тема 3.8Измерение напряжения сложной формы	0,1			1,5	[6.2.1] стр. 97-105, [6.3.3]стр. 36-37			
	Тема 3.9Измерение мощности	0,15			1,5	[6.2.1] стр. 229-249, [6.3.3]стр. 37-40			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
5 семестр									
	Лабораторная работа № 2Измерение напряжения и мощности		2		10	[6.2.1] стр. 93-132, 229-249, [6.3.1] стр. 46-58, [6.3.3] стр. 5-40			
	Итого по 3 разделу	1			26,5				
ОПК-2: ИОПК-2.1, ИОПК-2.2	Раздел 4Измерение параметров спектра сигналов								
	Тема 4.1Общие сведения	0,25			4	[6.1.1] стр. 62-65, [6.2.1] стр. 251-254, [6.3.2] стр. 63-66			
	Тема 4.2Параллельный анализ спектра на основе принципа фильтрации	0,25			4	[6.1.1] стр. 65-67, [6.2.1] стр. 254-255, [6.3.2] стр. 66-68			
	Тема 4.3Принцип последовательного анализа спектра	0,25			4	[6.1.1] стр. 67-71, [6.2.1] стр. 255-256, [6.3.2] стр. 68-71			
	Тема 4.4Структурная схема анализатора спектра, назначение и взаимодействие узлов	0,5			2	[6.1.1] стр. 71-77, [6.2.1] стр. 255-258, [6.3.2] стр. 71-76			
	Тема 4.5Технические характеристики анализатора спектра	0,5			2	[6.1.1] стр. 77-83, [6.2.1] стр. 258-260, [6.3.2] стр. 76-81			
	Тема 4.6Анализаторы спектра высоких и сверхвысоких частот	0,25			3	[6.1.1] стр. 83-84, [6.3.2] стр. 81			
	Лабораторная работа № 3Измерение параметров спектра сигналов		2		10	[6.1.1] стр. 62-87, [6.2.1] стр. 251-271, [6.3.1] стр. 32-46, [6.3.2] стр. 63-82			
	Итого по 4 разделу	2	4		29				



Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
5 семестр									
ОПК-2: ИОПК-2.2	Раздел 5Измерение нелинейных искажений								
	Тема 5.1Линейные и нелинейные цепи	0,25			1	[6.2.1] стр. 268-270			
	Тема 5.2Критерии нелинейности	0,25			1	[6.1.1] стр. 12-14, [6.3.3] стр. 41-47			
	Тема 5.3Измерение коэффициента гармоник	0,25			1	[6.3.3] стр. 47-50, [6.3.1] стр. 59-65			
	Итого по 5 разделу	0,75			3				
ОПК-2: ИОПК-2.1, ИОПК-2.2	Раздел 6Измерение разности фаз								
	Тема 6.1Введение	0,1							
	Тема 6.2Двухканальное гетеродинное преобразование частоты	0,2			2	[6.2.1] стр. 224-225, [6.3.3] стр. 51-53			
	Тема 6.3Двухканальноеумножение частоты	0,1			2	[6.2.1] стр. 225-226, [6.3.3] стр. 53-54			
	Тема 6.4Двухканальноеделение частоты	0,1			1	[6.3.3] стр. 54-56			
	Тема 6.5Источники погрешностей измерения разности фаз				2	[6.2.1] стр. 219-221, [6.3.3] стр. 56-58			
	Тема 6.6Осциллографические методы измерения разности фаз				3	[6.2.1] стр. 209-215, [6.3.3] стр. 58-59			
	Тема 6.7Фазовращатели	0,25			3	[6.2.1] стр. 207-209, [6.3.3] стр. 59-64			
	Тема 6.8Фазовые детекторы	0,5			3	[6.2.1] стр. 226-227, [6.3.3] стр. 64-75			
	Тема 6.9Компенсационны				1	[6.2.1] стр. 214-215, [6.3.3] стр. 76			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
5 семестр									
	й метод измерения								
	Лабораторная работа № 4 Измерение разности фаз		2		10	[6.2.1] стр. 207-228, [6.3.1]стр. 74-80, [6.3.3] стр. 51-77			
	Итого по 6 разделу	1,25	4		27				
	Подготовка к экзамену				9	[6.1.1] стр. 31-87, [6.2.1] стр. 14-48, 93-132, 189-271, [6.2.2] стр. 17-65, [6.3.2] стр. 7-11, 35-82, [6.3.3] стр. 5-77			
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	8	8		112				
	ИТОГО по дисциплине	8	8		112				

## 5 ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

### 5.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Для выполнения процедур оценивания составлен паспорт оценочных средств (таблица 5) и оценочные средства дисциплины (таблица 6).

Таблица 5– Паспорт оценочных средств (промежуточная аттестация)

Наименование дисциплины	Формируемые компетенции	Знаниевая компонента		Деятельностная компонента	
		Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств
«Метрология и радиоизмерения»	ОПК-2	Устное собеседование по вопросам	Вопросы к экзамену	Решение практических задач	Задания к экзамену
«Метрология и радиоизмерения»	ОПК-2	Отчет по лабораторным работам	Вопросы по ряду заданий лабораторных работ	Защита лабораторных работ	Задания к лабораторным работам

Таблица 6 – Оценочные средства дисциплины для промежуточной аттестации

	Формируемые компетенции	Номера заданий
1	Компетенция ОПК-2	1-35

Комплект оценочных средств является неотъемлемой частью ФОС и хранится на кафедре «Информационные радиосистемы».

### 5.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкалы оценивания

Описание шкалы оценивания приведено в таблице 7.

Таблица 7– При текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ

Шкала оценивания	Экзамен
$40 < R \leq 50$	Отлично
$30 < R \leq 40$	Хорошо
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырех-балльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Описание показателей и критериев оценивания результата обучения по дисциплине приведено в таблице 8.

Таблица 8–Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оцен- ки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
<b>ОПК-2.</b> Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных.	<b>ИОПК-2.1.</b> Использует основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации.	Изложение учебного материала-бессистемное, неполное, не освоены основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, система стандартизации и сертификации.	Фрагментарные, поверхностные знания о средствах измерения, принципах работы рассматриваемых приборов, о системе стандартизации и сертификации. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя.	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки-целей с использованием методов и средств проведения экспериментальных исследований.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании.
	<b>ИОПК-2.2.</b> Выбирает способы и средства измерений и проводит экспериментальные исследования.	Изложение учебного материала-бессистемное, неполное, нет навыка проводить экспериментальные исследования и выбирать оптимальные способы и средства измерений.	Фрагментарные, поверхностные знания о выборе способов и средств измерений и о проведении экспериментальных исследований. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала.Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя.	Знает материал на достаточно хорошем уровне;представляет основные задачи в рамках постановки-целей и выбора оптимальных методов и средств проведения экспериментальных исследований.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании.

Описание критериев оценивания приведено в таблице 9.

Таблица 9– Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	Оценку « <b>отлично</b> » 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 « <b>хорошо</b> » 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 « <b>удовлетворительно</b> » 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 « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал; учебные задания не выполнил; практические навыки не сформированы.

## 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

- 6.1.1 Зенькович, А.В. Измерение формы, частоты и спектра сигналов /А.В. Зенькович. – НГТУ им Р. Е. Алексеева. Н. Новгород: НГТУ, 2020. - 89 с.: ил. - Библиогр.:с.89. - ISBN 978-5-502-01291-1: 126-00.**В библиотеке – 70 экз.**

### 6.2 Справочно-библиографическая литература

- 6.2.1 Нефедов, В.И. Электрорадиоизмерения: учебник / В.И. Нефедов, А. С. Сигов, В. К. Битюков, Е. В. Самохина; под ред. А. С. Сигова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2018.– 383 с. – Текст электронный. – URL:[https://fileskachat.com/download/59346\\_1d59504e6e795edcba69cd042b8f63f8.html](https://fileskachat.com/download/59346_1d59504e6e795edcba69cd042b8f63f8.html) (дата обращения: 18.05.2021).
- 6.2.2 Радкевич, Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация учебник для бакалавров / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2013. — 813 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-2792-4. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/371464> (дата обращения: 19.05.2021).

### 6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине Метрология и радиоизмерения в бумажном варианте находятся на кафедре «Информационные радиосистемы», в библиотеке НГТУ им. Р.Е.Алексеева.

- 6.3.1 Зенькович, А. В. Метрология и радиоизмерения: комплекс учеб.-метод. материалов. Ч. 4 / А. В. Зенькович; НГТУ им. Р. Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2012. – 127 с.**В библиотеке – 181 экз.**
- 6.3.2 Зенькович, А. В. Метрология и радиоизмерения: комплекс учеб.-методич. материалов. Ч. 1 / А. В. Зенькович. – НГТУ им Р. Е. Алексеева. Н. Новгород, 2007. – 82 с.**В библиотеке – 170 экз.**

- 6.3.3 Зенькович, А. В. Метрология и радиоизмерения: комплекс учеб.-методич. материалов. Ч. 2 / А. В. Зенькович. – НГТУ им Р. Е. Алексеева. Н. Новгород, 2008. – 77 с. **В библиотеке – 161 экз.**

## 7 ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом свободно распространяемого программного обеспечения (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### 7.1 Перечень информационных справочных систем

Перечень электронных библиотечных систем представлен в таблице 10.  
Таблица 10 -Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
4	TNT-ebook	<a href="https://www.tnt-ebook.ru/">https://www.tnt-ebook.ru/</a>

### 7.2 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 11 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 11– Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений	<a href="https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry">https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry</a>
2	Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов	<a href="https://docs.cntd.ru/">https://docs.cntd.ru/</a>
3	Главный форум метрологов	<a href="https://info.metrologu.ru/main/">https://info.metrologu.ru/main/</a>

## 8 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 12 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных техниче-

ских средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>.

Таблица 12 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуально-го пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение – синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

## 9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для контактной и самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации (таблица 12).

Таблица 12 - Оснащенность аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лаборатория метрологии и радиоизмерений, ауд. 1322	Вольтметры универсальные В7-16, милливольтметры В3-48, милливольтметры В3-43, милливольтметры импульсные В4-12, генераторы сигналов высокочастотные Г4-102, генераторы сигналов низкочастотные Г3-102, генераторы сигналов высокочастотные Г4-107, частотомеры электронно-счетные ЧЗ-34А, измерители девиации частоты СКЗ-40, анализаторы спектра С4-45, частотомеры электронно-счетные ЧЗ-68, осциллографы С1-49, С1-55, фазометры Ф2-1, генератор импульсов Г5-54	

		Посадочных мест - 17.	
2	Читальный зал НТБ - помещение для самостоятельной работы студентов № 2202 учебного корпуса № 2	1. Рабочие места студента, оснащенные переносным оборудованием (ноутбук HP – 21 шт.) 2. ПК на базе Intel (R) CPU 2140, 1.6 ГГц., ОЗУ 2Гб, 160 Гб HDD, монитор 17" – 1 шт. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.	1. Microsoft Windows 10 Professional (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18) 2. ConsultantPlus (договор № 0332100025422000043 от 09.01.2023) 3. Техэксперт (Гражданско-правовой договор № 0332100025422000048 от 23.01.2023) 4. АИБС «МегаПро» версия 3. (Договор № 28-14/19-41 от 23 октября 2019г.) 5. Microsoft Office 2007 (Номер лицензии - 44804588) Предустановленная ОС 6. Microsoft Windows - 21 шт. 7. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024 до 30.05.2025)
3	Зал электронных ресурсов НТБ № 2210 учебного корпуса № 2	2. ПК – 2 шт. на базе Intel Celeron(R) CPU E3400, 2.6 ГГц., ОЗУ 2Гб, 250 Гб HDD, ПК – 1 шт., монитор 17" - 3 шт. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета 1. Рабочее место студента - 3	1. Microsoft Windows 10 Professional (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18) 2. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024 до 30.05.2025) ConsultantPlus (договор № 0332100025422000043 от 09.01.2023) 3. Техэксперт (Гражданско-правовой договор № 332100025422000048 от 23.01.2023) 4. АИБС «МегаПро» версия 3. (Договор № 28-14/19-41 от 23 октября 2019г.) 5. Microsoft Office 2007 (Номер лицензии - 44804588) 6. НЭБ РФ (Договор № 101/НЭБ/1020) 7. Open office (свободное ПО)
4	Читальный зал НТБ № 6119 учебно-лабораторного корпуса № 6	Рабочее место студента - 50.	
5	Зал электронных ресурсов НТБ - помещение для самостоятельной работы студентов № 6162 учебно-лабораторного корпуса № 6	1. ПК – 1 шт. на базе Intel Genuine(R) CPU 2140 1.6 ГГц., ОЗУ 1024 МБ, 160 Гб HDD, ПК – 1 шт. на базе AMD athlon(tm) II X2 250, 3 ГГц, ОЗУ 2 Гб, 500 Гб HDD, монитор 17" – 2 шт. 2. Рабочее место студента - 2	1. Microsoft Windows XP Professional (номер лицензии – 43178980) Microsoft Windows 7 Professional (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18) 2. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024 до 30.05.2025) АИБС «МегаПро» версия 3. (Договор № 28-14/19-41 от 23 октября 2019г.) 3. Microsoft Office 2007 (Номер лицензии - 44804588) 4. НЭБ РФ (Договор № 101/НЭБ/1020) 5. Open office 4.1.7 (свободное ПО) 6. P7 Офис (с/н 5260001439) 7. Adobe Reader (проприетарное ПО)



			8. (Гражданско-правовой договор № 0332100025422000048 от 23.01.2023)
6	Читальный зал НТБ № 6119 учебно-лабораторного корпуса № 6	Рабочее место студента - 50.	

## **10 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии**

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

При преподавании дисциплины «Метрология и радиоизмерения», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса может сопровождаться компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса и что дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала. Электронные материалы лекций в период дистанционного обучения отправляются по электронной почте на адреса групп и могут быть получены до чтения лекций и проработаны студентами в ходе самостоятельной работы.

На лекциях, лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе. Все вопросы, возникшие при самостоятельном изучении рекомендуемых тем и при решении практических задач, подробно разбираются на практических и лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием современных информационных технологий: электронная почта, Zoom.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

### **10.2 Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (таблицы 4.1, 4.2, 4.3). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся кла-

бораторным и практическим работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

### **10.3 Методические указания для практических занятий**

Подготовку к каждой практической работе студент должен начать с ознакомления с материалом лекций и методических пособий по соответствующим темам. Особое внимание необходимо уделить разделам, используемым для решения задач. Темы практических занятий совпадают с темами лабораторных работ.

При оценивании практических работ учитывается следующее:

- теоретическая обоснованность используемого для решения практической задачи материала;
- правильность и полнота решения задачи;
- обоснованность сделанных по задачам выводов.

### **10.4 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения измерений, правильность расчетной части работы и степень их соответствия заданным требованиям;
- качество и полнота ответов на контрольные вопросы при защите работы.

### **10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы, указанных в Разделе 9. В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

## 11 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний студентов **всех форм обучения** по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- выполнение контрольных работ;
- выполнение и защита лабораторных работ;
- экзамен.

Для текущего контроля знаний студентов **очного обучения** по дисциплине дополнительно проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- выполнение практических работ.

#### 11.1.1 Типовые задания для лабораторных работ для студентов **всех форм обучения**

Типовые задания для лабораторных работ и приведены в учебно-методических пособиях по проведению лабораторных работ.

#### 11.1.2 Типовые задачи для практических работ для студентов **очного обучения**

##### 1) *Измерение частоты и интервалов времени*

Определить граничную частоту  $f_{гр}$ , до которой следует измерять период, а после которой – частоту, для получения минимальной погрешности измерения, при заданных времени измерения частоты  $T_n$  и частоте следования счетных импульсов при измерении периода  $nf_{кв}$ .

##### 2) *Измерение напряжения и мощности*

а) Рассчитать, сделав аналитический вывод, коэффициенты формы, амплитуды и усреднения для напряжений квадратной, пилообразной, треугольной и синусоидальной формы.

б) Найти показания в вольтах пяти вольтметров: постоянного напряжения (В2), трех вольтметров переменного напряжения – линейного (средневыпрямленных значений), квадратичного и амплитудного (пикового) и импульсного вольтметра (В4) при входном напряжении сложной формы с заданными параметрами.

##### 3) *Измерение параметров спектра сигналов*

Исходя из принципа последовательного анализа спектра определить, в какой полосе обзора  $\Delta f$  можно измерить спектр анализатором спектра типа СК4-56 при заданных его параметрах. Решение должно содержать вывод формулы для скорости последовательного анализа спектра.

##### 4) *Измерение разности фаз*

Построить векторную диаграмму балансного суммарно-разностного фазового детектора и определить по ней его выходное напряжение при заданной входной разности фаз.

Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена для студентов **всех форм обучения**

1. Физическое и математическое определение частоты, круговая (циклическая) и угловая частота, связь с фазой, периодом и длиной волны, единицы измерения, эталоны.
2. Электронно-счетный частотомер, принцип работы, структурная схема, осциллограммы.
3. Электронно-счетный измеритель периода и временных интервалов, принцип работы, структурная схема, осциллограммы.
4. Погрешности измерения частоты и интервалов времени, работа узлов измерителей. Определение граничной частоты, до которой следует измерять период, а после – частоту.
5. Резонансный волномер, принцип измерения, источники погрешностей.
6. Гетеродинный волномер, принцип измерения, источники погрешностей. Устройства для сравнения частот: фазовый детектор, смеситель.
7. Измеритель сверхвысоких частот с использованием гетеродинного метода, системы фазовой автоподстройки частоты и электронно-счетного частотомера. Принцип формирования гармоник, погрешности измерения.
8. Значения напряжения сложной формы: среднее, средневывпрямленное, среднеквадратическое, амплитудное. Раздельное измерение постоянного и чисто переменного напряжения.
9. Измерение постоянного напряжения. Структурные схемы цифровых вольтметров с импульсно-кодовым и с время-импульсным преобразованиями.
10. Цифровой вольтметр с двойным интегрированием: структурная схема, осциллограммы напряжений, источники погрешностей.
11. Детекторы средневывпрямленных значений (линейные детекторы) и вольтметр: принципиальные схемы, осциллограммы, погрешности измерения.
12. Преобразователи среднеквадратичных значений и квадратичный вольтметр: схемы, осциллограммы, погрешности измерения.
13. Амплитудные (пиковые) детекторы: принципиальные схемы, осциллограммы, входное сопротивление.
14. Импульсные вольтметры: принципы работы, погрешности измерения.
15. Измерение напряжений сложной формы.
16. Общие сведения о спектре, принципы его измерения: фильтровой, дисперсионно-временной и вычислительный.
17. Параллельный анализ спектра на основе принципа фильтрации, время и скорость анализа.
18. Принцип последовательного анализа спектра.
19. Структурная схема анализатора спектра СК4-56, прохождение сигнала в ней.
20. Технические характеристики анализатора спектра.
21. Анализаторы спектра высоких и сверхвысоких частот.
22. Линейные и нелинейные цепи, особенности прохождения напряжений через них во временной и частотной областях.
23. Критерии нелинейности: относительная нелинейность характеристики, относительное изменение крутизны характеристики, коэффициент гармоник, коэффициенты комбинационных искажений, коэффициент нелинейных переходных искажений.
24. Измерение коэффициента гармоник: спектральный и прямой методы.
25. Автоматический цифровой измеритель, принцип работы, источники погрешности.
26. Фаза, разность (сдвиг) фаз. Двухканальное гетеродинное преобразование частоты.
27. Двухканальное умножение частоты: принцип, структурная схема.
28. Двухканальное деление частоты: принцип, структурная схема.
29. Источники фазовых погрешностей.

30. Осциллографические методы измерения разности фаз.
31. Фазовращатели: виды, принципы работы, эквивалентные схемы.
32. Суммарно-разностный фазовый детектор: структурные и принципиальные схемы, векторные диаграммы, характеристики, погрешности.
33. Высокочувствительный фазовый детектор: структурная схема, векторная диаграмма, характеристика, погрешности.
34. Триггерный (импульсный) фазовый детектор: структурная схема, осциллограммы напряжений, характеристика, погрешности.
35. Компенсационный метод измерения.