

**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.1 Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем**

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

Направление подготовки: 11.04.01 Радиотехника

Программа подготовки: Техника СВЧ и антенны

Форма обучения: очная

Год начала подготовки        2025

Выпускающая кафедра        ИРС

Кафедра-разработчик        ИРС

Объем дисциплины            144/4  
   часов/з.е

Промежуточная аттестация   экзамен

Разработчик: Мякинников А.В., д.т.н., профессор

Нижний Новгород, 2025 год

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.04.01 Радиотехника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 19 сентября 2017 года № 925 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 17.12.2024 № 6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры, протокол от 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 № 11.04.01-а-1  
Начальник МО \_\_\_\_\_ Севрюкова Е.Г.

Заведующая отделом НТБ \_\_\_\_\_ Н.И. Кабанина  
(подпись)

# 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>8</b>
4.1	Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам .....	8
4.2	Содержание дисциплины, структурированное по темам .....	8
<b>5</b>	<b>ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>12</b>
5.1	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности .....	12
5.2	Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания ....	16
<b>6</b>	<b>УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>19</b>
6.1	Учебная литература .....	19
6.2	Справочно-библиографическая литература .....	20
6.3	Перечень журналов по профилю дисциплины: .....	20
6.4	Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	20
<b>7</b>	<b>ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>21</b>
7.1	Перечень информационных справочных систем .....	21
7.2	Перечень свободно распространяемого программного обеспечения .....	22
7.3	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>24</b>
10.1	Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии .....	24
10.2	Методические указания для занятий лекционного типа .....	25
10.3	Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах .....	25
10.4	Методические указания по самостоятельной работе обучающихся .....	25
<b>11</b>	<b>ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>25</b>
11.1	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости .....	25
11.1.1	Типовые задания для лабораторных работ .....	26
11.1.2	Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена для студентов очной форм обучения в форме экзамена в 1 семестре .....	26

# **1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **1.1 Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является развитие компетенций в области расчета, проектирования и модернизации радиотехнических устройств и систем на основе результатов исследований, полученных с применением разработанных математических имитационных моделей, реализованных в виде компьютерных программ на высокоуровневых языках программирования.

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

Дисциплина «Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем» способствует подготовке студентов к решению следующих профессиональных задач:

- расчет параметров проектируемой радиотехнической системы;
- разработка математических имитационных моделей в виде компьютерных программ на высокоуровневых языках программирования (MATLAB, Си++), учитывающих значимые особенности поведенческих и структурных свойств системы, детерминированных и статистических свойств входных воздействий;
- анализ результатов моделирования и формирование рекомендаций к их использованию при модернизации проектируемой системы.

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

Дисциплина Б1.Б.1 «Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем» относится к базовой части первого блока и является обязательной для программы подготовки «Системы цифровой обработки сигналов в радиолокации, связи и управлении». Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

Дисциплина базируется на дисциплинах «Радиотехнические цепи и сигналы», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Статистическая теория радиотехнических систем», «Функциональное моделирование», «Радиотехнические системы», «Цифровая обработка сигналов», в объёме учебного плана бакалавриата по направлению 11.03.01 «Радиотехника».

Дисциплина «Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Современные математические методы обработки сигналов», «Современные алгоритмы проектирования радиотехнических систем», «Цифровая обработка радиолокационных сигналов», а также практик: научно-исследовательская работа, преддипломная.

### 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 магистра			
	1	2	3	4
<i>ОПК-4 способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач</i>				
<i>Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем</i>				
<i>Технологическая (проектно-технологическая) практика</i>				
<i>Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР</i>				
<i>УК-1 способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</i>				
<i>Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем</i>				
<i>Организационно-управленческая практика</i>				
<i>Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР</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
ОПК-4Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач	ИОПК-4.1. Использует методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации радиотехнических устройств и систем с применением систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств.	<b>Знать:</b> теоретические основы методов расчета, проектирования и конструирования радиотехнических устройств и систем.	<b>Уметь:</b> осуществлять расчет, проектирование и модернизацию радиотехнических устройств и систем с применением системы автоматизированного проектирования и компьютерные средства.	<b>Владеть:</b> навыками решения практических задач по разработке радиотехнических устройств и систем с заданными параметрами с использованием возможностей современных САПР.	Выполнение индивидуального задания	Вопросы для устного собеседования
	ИОПК-4.2. Осуществляет выбор наиболее оптимальных прикладных программных пакетов для решения соответствующих задач научной и образовательной деятельности.	<b>Знать:</b> критерии выбора прикладных программных пакетов для решения задач научной и образовательной деятельности.	<b>Уметь:</b> осуществлять обоснованный выбор прикладных программных пакетов в зависимости от особенностей поставленной задачи.	<b>Владеть:</b> методологией применения прикладных программных пакетов для решения соответствующих задач научной и образовательной деятельности.		
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	ИУК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя её составляющие и связи между ними.	<b>Знать:</b> теоретические основы методов анализа и декомпозиции задач, выделения базовых составляющих задачи.	<b>Уметь:</b> выполнять анализ поставленной практической задачи, ее структурную и функциональную декомпозицию.	<b>Владеть:</b> навыками выделения основных структурных и функциональных составляющих задач, характеризующихся сложной иерархией.		

	ИУК-1.4. Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов.	<b>Знать:</b> основы методологии постановки и решения научных проблем, основы теории системного подхода к объекту исследования.	<b>Уметь:</b> применять на практике междисциплинарный подход к решению научно-практических проблем за счет использования знаний, полученных в смежных предметных областях.	<b>Владеть:</b> практическими навыками аргументации выработанной стратегии решения проблемных ситуаций в исследованиях и разработках.		
--	--	---	--	---	--	--

## 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4зач.ед. 144 часа, распределение часов по видам работ представлено в таблице 3.

Таблица 3.1 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		1 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		
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	6	6
<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

### 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					
1 семестр									
ОПК-4	Раздел 1. Математические модели сигналов и помех в радиолокации и модели устройств борьбы с помехами								



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					
ОПК-4	<b>Тема 1.1 Модели отраженных от целей сигналов</b> Эффективная площадь рассеяния (ЭПР) цели. Понятие блестящей точки. Модель сигнала, отраженного от многоточечной цели. ЭПР цели при обнаружении на просвет.	2	2	1		Подготовка к лабораторным и практическим занятиям [6.1.5, 6.1.6]	Интерактивная лекция		
ОПК-4	<b>Тема 1.2 Модель оптимального обнаружителя</b> Структура оптимального обнаружителя импульсного сигнала. Адаптивное устройство вычисления порога. Характеристики обнаружения.	2	2	1		Подготовка к лабораторным и практическим занятиям [6.1.1, 6.1.2, 6.1.3, 6.1.5]	Интерактивная лекция		
ОПК-4	<b>Тема 1.3Модели пространственно-коррелированных помех и устройств борьбы с ними</b> Математическая модель антенной системы. Диаграмма направленности линейной фазированной антенной решетки (ФАР). Понятие пространственной частоты и пространственной фильтрации. Понятие пространственной корреляции АШП. Корреляционная матрица АШП. Оптимальный винеровский фильтр.	2	2	2		Подготовка к лабораторным и практическим занятиям [6.1.1 – 6.1.4]	Интерактивная лекция		
	<b>Итого по разделу 1</b>	6	6	4	1				
ОПК-4, УК-1	<b>Раздел 2.</b> Методы математической статистики и их применение при обработке результатов моделирования								
ОПК-4	<b>Тема 2.1</b> Виды и свойства статистических оценок. Критерии оптимальности оценок. Ниж-	3	2	6		Подготовка к лабораторным и практические-	Коллективное решение творче-		

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					
	няя граница Рао-Крамера при оценке параметров сигналов.					ским занятиям [6.1.4, 6.1.5, 6.1.6]	ских задач		
ОПК-4, УК-1	<b>Тема 2.2</b> Разработка блока статистического оценивания качества работы алгоритмов. Реализация метода Монте-Карло.	3	2	2		Подготовка к лабораторным и практическим занятиям [6.1.1, 6.1.2, 6.1.4, 6.1.8]	Коллективное решение творческих задач		
	<b>Итого по разделу 2</b>	6	4	8	1				
ОПК-4, УК-1	<b>Раздел 3.</b> Методология моделирования систем цифровой обработки сигналов								
ОПК-4, УК-1	<b>Тема 3.1Особенности моделирования систем цифровой обработки сигналов, реализуемых в формате с фиксированной точкой</b> Основные правила моделирования обработки в формате с фиксированной точкой. Влияние режима ограничения на работу схемы преобразования с понижением частоты. Расчета разрядности регистров. Влияние формы импульсной характеристики.	3	4	3		Подготовка к лабораторным и практическим занятиям [6.1.1, 6.1.2, 6.2.1, 6.2.4]	Коллективное решение творческих задач		
ОПК-4, УК-1	<b>Тема 3.2 Принципы построения функциональной имитационной модели сложной многоканальной системы ЦОС</b> Принципы структурирования имитационной модели. Общие подходы к моделированию систем, реализуемых на ПЛИС.	2	3	2		Подготовка к лабораторным и практическим занятиям [6.1.1, 6.1.2, 6.2.2, 6.2.4]	Коллективное решение творческих задач		

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 курса Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	Технологии разработки сложной многоканальной системы. «Матричная» модель. Разработка графического интерфейса для визуального редактирования структуры и параметров модели.								
	Итого по разделу 3	5	7	5					
	Подготовка к экзамену (контроль)				36				
	Итого за семестр	17	17	17	51				

## 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 5.1 - Паспорт оценочных средств (текущая аттестация)

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Лекционные занятия		Практические занятия		Лабораторные работы		Самостоятельная работа	
			Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств
1	Математические модели сигналов и помех в радиолокации и модели устройств	ОПК-4 УК-1	Участие в групповых обсуждениях	Комплект практических задач	Выполнение индивидуальных заданий	Практические работы: «ЭПР цели. Расчет ЭПР целей простой формы», «Оптимальный обнаружитель. Расчет порога обнаружения. Расчет характеристик обнаружения», «Математическая модель помехи	Допуск по теоретической части ЛР	Вопросы к ЛР Математическая имитационная модель оптимального обнаружителя и измерителя дальности до цели.	Проверка правильности выполнения индивидуального задания	Индивидуальное задание

Номер разде- ла	Наимено- вание раз- дела дис- циплины	Планируемые (контролируе- мые) результа- ты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикка- торы достиже- ния компетен- ций	Лекционные занятия		Практические занятия		Лабораторные работы		Самостоятельная работа	
			Процедура оценивания	Наименова- ние оценоч- ных средств	Процедура оценивания	Наименова- ние оце- ночных средств	Процедура оценивания	Наименова- ние оце- ночных средств	Процедура оценивания	Наименова- ние оценоч- ных средств
						с простран- ственной корреляцией. Корреляци- онная матри- ца активной шумовой помехи в приемных каналах ан- тенной ре- шетки», «Математи- ческая мо- дель помехи с временной корреляцией. Корреляци- онная функ- ция и спек- тральная плотность мощности пассивной помехи»				
2	Методы математи- ческой статистики и их при-	ОПК-4 УК-1	Участие в групповых обсуждени- ях	Комплект практических задач	Выполнение индивиду- альных зада- ний	Практиче- ские работы: «Потенци- альная точ- ность оцени-	Допуск по теоретиче- ской части ЛР	Вопросы к ЛР Математи- ческая ими- тационная	Проверка правильно- сти выпол- нение инди- видуального-	Индивидуаль- ное задание

Номер разде- ла	Наимено- вание раз- дела дис- циплины	Планируемые (контролируе- мые) результа- ты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикка- торы достиже- ния компетен- ций	Лекционные занятия		Практические занятия		Лабораторные работы		Самостоятельная работа	
			Процедура оценивания	Наименова- ние оценоч- ных средств	Процедура оценивания	Наименова- ние оце- ночных средств	Процедура оценивания	Наименова- ние оце- ночных средств	Процедура оценивания	Наименова- ние оценоч- ных средств
	менение при обра- ботке ре- зультатов моделиро- вания					вания пара- метров ра- диолокаци- онных сиг- налов. Сред- неквадрати- ческие ошибки из- мерения временной задержки, доплеровско- го сдвига частоты, угла прихода сиг- нала», «Расчет ста- тистических характери- стик ошибок оценивания координат цели при траекторном сопровожде- нии»		модель из- мерителя угловых координат цели. Математи- ческая ими- тационная модель из- мерителя скорости цели	задания	

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индиккаторы достижения компетенций	Лекционные занятия		Практические занятия		Лабораторные работы		Самостоятельная работа	
			Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств
3	Методология моделирования систем цифровой обработки сигналов	ОПК-4 УК-1	Участие в групповых обсуждениях	Комплект практических задач	Выполнение индивидуальных заданий	Практические работы: «Расчет рядности регистров системы цифровой обработки сигналов при реализации вычислений в формате с фиксированной точкой», «Оценка производительности вычислительной системы при реализации многоканальной системы цифровой обработки сигналов. Оптимизация структуры математической модели».	Допуск по теоретической части ЛР	Вопросы к ЛР Математическая имитационная модель системы ЦОС с реализацией вычислений в формате с фиксированной точкой.	Проверка правильности выполнения индивидуального задания	Индивидуальное задание

Таблица 5.2 - Паспорт оценочных средств (промежуточная аттестация)

Наименование дисциплины	Формируемые компетенции	Знаниевая компонента		Деятельностная компонента	
		Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств
Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем	ОПК-4, УК-1	Устное собеседование по вопросам	Вопросы к экзамену	Разработка алгоритмов, программ	Практические задания к экзамену

Таблица 5.3 - Оценочные средства дисциплины, для промежуточной аттестации

	Формируемые компетенции	Номера заданий
1	ОПК-4, УК-1	1-30

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

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

Таблица 5.4 - 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 четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».



Таблица 6 - 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 тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от тах рейтинговой оценки контроля
ОПК-4. Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач	ИОПК-4.1. Использует методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации радиотехнических устройств и систем с применением систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоена пакет программ для разработки математического моделирования MATLAB.	Фрагментарные, поверхностные знания методов расчета параметров радиотехнических систем. Освоены только элементарные действия с моделями в пакете MATLAB	Умеет производить основные расчеты характеристик радиосистем. Достаточно хорошо владеет набором стандартных функций MATLAB.	Имеет глубокие знания по методам расчета и проектирования. Умеет разрабатывать собственные программные модели в среде MATLAB.
	ИОПК-4.2. Осуществляет выбор наиболее оптимальных прикладных программных пакетов для решения соответствующих задач научной и образовательной деятельности.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоена форма представления алгоритма – блок-схема.	Фрагментарные, поверхностные знания для разработки алгоритмов при решении типовых задач. 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 способов их достижения при использовании программных пакетов	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
	ИОПК-5.2. Разрабатывает компьютерные программы, пригодные для практического применения.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоена язык программирования Си	Фрагментарные, поверхностные знания языка Си для решения типовых задач. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достиже-	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное;

			ные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя.	ния при разработке программ на языке Си	допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании
УК-1	ИУК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя её составляющие и связи между ними.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены основы понятия «научная проблема»	Фрагментарные, поверхностные знания по основам постановки научных проблем и задач. 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 проблематику в области современных радиосистем.	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
	ИУК-1.4. Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены основы системного подхода к решению научной проблем.	Фрагментарные, поверхностные знания по основным этапам решения научных проблем и задач. 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 проблематику в области современных радиосистем.	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

Таблица 7 - 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

- 6.2.1 Математическое моделирование радиотехнических систем :Учеб.пособие / А.В. Мякинков [и др.]; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], 2018. - 202 с. : ил. - Прил.:с.200. - Библиогр.:с.201-202. - ISBN 978-5-502-01000-9 : 0-00. В библиотеке - 4 экз.
- 6.4.3 Мякинков А.В. Функциональное моделирование радиосистем :Учеб.пособие / А.В. Мякинков, Д.М. Смирнова; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород : [Б.и.], 2011. - 162 с. : ил. - Прил.:с.158. - Библиогр.:с.159-160. - ISBN 978-5-93272-929-8 : 63-00. В библиотеке - 49 экз.
- 6.4.4 Худяков Г.И. Статистическая теория радиотехнических систем :Учеб.пособие / Г.И. Худяков. - М. : Академия, 2009. - 398 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - Прил.:с.374-391. - Библиогр.:с.392-394. - ISBN 978-5-7695-4750-8 : 445-50. В библиотеке - 20 экз.
- 6.4.5 Тихонов В.И. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем :Учеб.пособие / В.И. Тихонов, В.Н. Харисов. - 2-е изд.,испр. - М. : Радио и связь; Горячая линия-Телеком, 2004. - 608 с. : ил. - Прил.:с.603-604. - Библиогр.:с.605. - ISBN 5-256-01701-2 : 330-00. В библиотеке - 4 экз.
- 6.4.6 Информационные технологии в радиотехнических системах :Учеб.пособие / В.А. Васин [и др.]; Под ред.И.Б.Федорова. - 3-е изд.,перераб.и доп. - М. : Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. - 848 с. : ил. - (Информатика в техническом университете). - Библиогр.:с.840-847. - ISBN 978-5-7038-349-1 : 539-12. В библиотеке - 20 экз.
- 6.4.7 Лёзин Ю.С. Задачи и упражнения по статистической радиотехнике и радиотехническим системам :Учеб.пособие / Ю.С. Лёзин; ГПИ им.А.А.Жданова.Каф."Радиотехн.системы". - 2-е изд.,доп. - Горький : [Б.и.], 1975. - 52 с. : ил. - Библиогр.:с.46-48. В библиотеке - 66 экз.
- 6.4.8 Статистическая теория радиотехнических систем [Электронные текстовые данные] :Учеб.пособие / В.А. Сьянов [и др.]; НГТУ

им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], 2018. - 166 с. - Прил.:с.164-165. - Библиогр.:с.163. - 0-00. В библиотеке - 1 экз.

- 6.4.9 Горяинов В.Т. Примеры и задачи по статистической радиотехнике :Учеб.пособие / В.Т. Горяинов, А.Г. Журавлев, В.И. Тихонов; Под ред.В.И.Тихонова. - М. : Сов.радио, 1970. - 597 с. : ил. - Предм.указ.:с.591-594. - Библиогр.в конце гл. - 1-35. В библиотеке - 11 экз.

## 6.2 Справочно-библиографическая литература

— учебники и учебные пособия

- 6.2.1 Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов :Учеб.пособие / А.Б. Сергиенко. - 3-е изд. - СПб. : БХВ-Петербург, 2011. - 768 с. : ил. - (Учебная литература для вузов). - Прил.:с.655-730.-Предм.указ.:с.736-756. - Библиогр.:с.731-735. - ISBN 978-5-9775-0606-9 : 404-79. В библиотеке - 30 экз.
- 6.2.2 Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы :Учеб.пособие / И.С. Гоноровский. - 5-е изд.,испр. - М. : Дрофа, 2006. - 720 с. : ил. - (Классики отечественной науки). - Прил.:с.702-708.-Предм.указ.:с.714-717. - Библиогр.:с.709-710. - ISBN 5-7107-7985-7 : 170-00. В библиотеке - 1 экз.
- 6.2.3 Есипенко В.И. Случайные процессы в динамических системах :Учеб.пособие / В.И. Есипенко; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород : [Изд-во ННГУ], 2020. - 207 с. - Библиогр.:с.203-207. - ISBN 978-5-502-01311-6 : 239-00. В библиотеке - 50 экз.
- 6.2.4 Дьяконов, В.П..MatlabиSimulinkдля радиоинженеров. — М.: ДМК-Пресс, 2011, 976 с. В библиотеке - 30 экз.

## 6.3 Перечень журналов по профилю дисциплины:

- 6.3.1 Научно-технический журнал «Известия вузов. Радиоэлектроника» <https://re.eltech.ru/jour>
- 6.3.2 Научно-технический журнал «Радиотехника и электроника» <https://sciencejournals.ru/journal/radel/>
- 6.3.3 Научно-технический и научно-производственный журнал Информационные технологииЖурнал "Информационные технологии" (novtex.ru).
- 6.3.4 Информационные ресурсы России. Российская ассоциация электронных библиотек. Информационные Ресурсы России — Российская ассоциация электронных библиотек (aselibrary.ru).

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

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем в бумажном варианте находятся на кафедре «Информационные системы», в библиотеке НГТУ им. Р.Е.Алексеева. Электронные варианты методических указаний по выполнению лабораторных работ отправляются на электронные адреса групп.

- 6.4.1 **Моделирование алгоритмов цифровой обработки сигналов, реализуемых в формате с фиксированной точкой:** метод. указания к лабораторной работе по курсу «Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем» для студентов вузов, обучающихся по направлению 11.04.01 «Радиотехника» / НГТУ им. Р.Е. Алексеева; сост: А.В. Мякинков, Д.М. Смирнова, А.А. Кузин, В.Н. Буров. – Н.Новгород, 2015. – 24 с.В библиотеке - 10 экз.
- 6.4.2 **Адаптивная обработка сигналов в РЛС с фазированной антенной решеткой:** метод.указания к лабораторной работепо дисциплине «Теория и

техника радиолокации и радионавигации» для студентов, обучающихся по направлению обучающихся по направлению 11.04.01 «Радиотехника», а также по специальности 11.03.05 «Радиоэлектронные системы и комплексы»/ А.Г. Рындык, А.В. Мякинков, Д.М. Смирнова, В.Н. Буров; Нижегород. гос. тех. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2013. – 28 с. В библиотеке - 10 экз.

- 6.4.3 Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по дисциплине «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ И СИСТЕМ»/ НГТУ им. Р.Е. Алексеева; сост: А.В. Мякинков, – Н.Новгород, 2015. – 70 с. На кафедре – электронном виде.
- 6.4.4 Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ И СИСТЕМ»/ НГТУ им. Р.Е. Алексеева; сост: А.В. Мякинков, – Н.Новгород, 2015. – 7 с. На кафедре – электронном виде.
- 6.4.5 Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ И СИСТЕМ»/ НГТУ им. Р.Е. Алексеева; сост: А.В. Мякинков, – Н.Новгород, 2015. – 26 с.
- 6.4.6 Методические рекомендации по организации самостоятельной работы по дисциплине «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ И СИСТЕМ»/ НГТУ им. Р.Е. Алексеева; сост: А.В. Мякинков, – Н.Новгород, 2015. – 7 с.

## 7 ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

### 7.1 Перечень информационных справочных систем

Таблица 8 - 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://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>
4	TNT-ebook	<a href="https://www.tnt-ebook.ru/">https://www.tnt-ebook.ru/</a>

## 7.2 Перечень свободно распространяемого программного обеспечения

Таблица 9.1 - Программное обеспечение, используемое студентами очного обучения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1. Windows 7 Pro SP1 (подписка Dream Spark Premium, договорот 21.10.14). 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 64231296). 3. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024 до 30.05.2025) 4. Программа для ЭВМ в составе: MATLAB. Simulink. Signal Processing Toolbox. DSP System Toolbox. Communications System Toolbox, Fixed-Point Designer Academic, (договор № Tr110373 от 21.10.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html</a>

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

В таблице 10 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 10 - 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	База данных стандартов и регламентов РОС-СТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	<a href="https://cyberpedia.su/21x47c0.html">https://cyberpedia.su/21x47c0.html</a>

## 8 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 11 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических 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 11 - 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 индивидуального 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

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в данном разделе.

В таблице 12 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

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 помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Компьютерный класс № 5415 учебно-лабораторного корпуса № 5	1. Персональные компьютеры, Intel Core2Duo/2 Gb RAM/HDD 250, в составе локальной вычислительной сети, без подключения к интернету. 2. Рабочее место студента - 6.	1. Windows 7 Pro SP1 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18); 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 64231296); 3. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024 до 30.05.2025); 4. Программа для ЭВМ в составе: MATLAB. Simulink. Signal Processing Toolbox. DSP System Toolbox. Communications System Toolbox, Fixed-Point Designer Academic, (договор № Tr110373 от 21.10.14). 5. Распространяемое по свободной лицензии - GNU Linux Slackware 13.37; - Adobe Acrobat Reader; - Altera Quartus II web edition.
2	Помещение для самостоятельной работы студентов (Компьютерный класс № 1) № 6543 учебно-лабораторного корпуса № 6	1. Рабочие места студента, оснащенные ПК на базе Intel Core i5 с мониторами – 8 шт. 2. Рабочие места студента, оснащенные ПК на базе Core 2 Duo с мониторами – 2 шт.	1. Microsoft Windows 7 MSDN реквизиты договора - подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18 2. Бесплатное ПО: Пакет программ OpenOffice, TrueConf, Браузер Google Chrome, Браузер Mozilla Firefox, Браузер Opera, McAfee Security Scan, Adobe Acrobat Reader DC, AutoCAD 2013

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
		3. Рабочее место преподавателя, оснащенное ПК на базе IntelCore i5 с монитором – 1 шт. 4. Проектор Ассег, проекционный экран – 1 шт. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета 5. Принтер HP LaserJet 1200 – 1 шт.	

## 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 «Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем», 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 самостоятельной работе над домашним заданием подробно разбираются на 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 к лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

## **10.3 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 практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

## **10.4 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.

# **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 по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- выполнение и защита лабораторных работ;
- экзамен.

#### 11.1.1 Типовые задания для лабораторных работ

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

#### 11.1.2 Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена для студентов очной форм обучения в форме экзамена в 1 семестре

1. Математическая модель пассивной помехи. Корреляционная функция и спектральная плотность мощности.
2. Зависимость ЭПР цели от соотношения размера цели и длины волны
3. Потенциально достижимая точность измерения временной задержки сигнала.
4. Диаграмма направленности линейной фазированной антенной решетки. Понятия пространственной частоты и пространственной фильтрации.
5. Адаптивная пространственная фильтрация. Оптимальный винеровский фильтр.
6. Обеление помехи и накопление сигнала при оптимальной винеровской фильтрации.
7. Определение ЭПР цели. Вычисление ЭПР цели выпуклой формы методом вынесенного гораскрыва.
8. Виды отражений от подстилающей поверхности. Законы распределения зеркальной и диффузной составляющих отражения в зависимости от степени шероховатости поверхности.
9. Автокомпенсатор АШП с корреляционной обратной связью
10. Влияние отражений от поверхности земли на обнаружение низколетящих целей.
11. Понятие блестящей точки цели.
12. Влияние зеркального отражения от поверхности Земли на точность измерения высоты цели.
13. Решение задачи оптимального обнаружения отраженного от цели сигнала. Принятие решения об обнаружении сигнала на основе анализа отношения правдоподобия.
14. Череспериодная компенсация пассивных помех от местных предметов. Частотная характеристика. ЧПК первого и второго порядка.
15. Потенциально достижимая точность измерения частоты (скорости). Понятие эффективной длительности сигнала.
16. Понятие пространственной корреляции активной шумовой помехи. Корреляционная матрица АШП.
17. Схема оптимального измерителя временной задержки сигнала.
18. Схема оптимального измерителя доплеровского сдвига частоты.
19. Потенциально достижимая точность измерения угла прихода сигнала. Понятие эффективного гораскрыва антенны.
20. Понятие временной корреляции пассивной помехи. Коэффициент межпериодной корреляции.
21. Оптимальный винеровский фильтр при пространственной фильтрации сигналов на фоне действия активных шумовых помех.
22. Измерение угловой координаты цели при обзоре пространства по положению максимума огибающей пачки.
23. Понятие временной корреляции пассивной помехи. Коэффициент межпериодной корреляции.
24. Оптимальный измеритель времени прихода отраженного от цели сигнала (дальности). Потенциальная точность измерения дальности до цели.
25. Оптимальная пространственная обработка. Антенная решетка как пространственный фильтр.
26. Вычисление разрядности коэффициентов цифровых фильтров и регистров для хранения результатов фильтрации с учетом формы импульсной характеристики.
27. ЭПР идеально проводящей прямоугольной пластины.

28. Моноимпульсный метод измерения угловой координаты цели. Потенциально достижимая точность измерения.
29. Сложные сигналы: основы теории согласованной фильтрации на примере сигнала с внутриимпульсной фазовой манипуляцией.
30. Определение и свойства время-частотной функции рассогласования сигнала.
31. Оптимальное различение сигналов: основные виды модуляции в системах передачи данных, схемы оптимальных различителей, помехоустойчивость приема.
32. Сверхширокополосные радиолокационные системы: особенности построения
33. Особенности СШП антенных решеток и алгоритмов пространственно-временной обработки сигналов в таких решетках
34. Миллиметровые радары ближнего действия: особенности построения.
35. Модель пространственно-временной обработки FMCWрадара с «быстрой» и «медленной» перестройкой частоты.
36. Явление просветного эффекта в радиолокации. Просветная ЭПР цели.
37. Модель пространственно-временной обработки сигналов в просветной РЛС с фазированной антенной решеткой.
38. Модели сигналов и помех в многопозиционной РЛС.
39. Взаимо-корреляционные свойства сигналов, отраженных от распределенных объектов, при разнесенном приеме.

В полном объеме оценочные средства имеются на кафедре «Информационные радиосистемы». Оценочные средства могут быть получены по требованию.