

**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:  
\_\_\_\_\_ Мякиньков А.В.  
подпись ФИО  
«20» июня 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.2 Применение цифровой обработки сигналов**  
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)  
для подготовки магистров

Направление подготовки: 11.04.01Радиотехника

Программа подготовки: Системы цифровой обработки сигналов в радиолокации, связи и управлении

Форма обучения: очная  
Год начала подготовки      2022, 2023

Выпускающая кафедра      ИРС

Кафедра-разработчик      ИРС

Объем дисциплины      144/4  
часов/з.е

Промежуточная аттестация    экзамен

Разработчик:Кузин А.А., к.т.н.

Нижний Новгород, 2023

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 07.04.2022 № 13  
14.03.2023 № 11

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 20 июня 2022 г. № 9  
05 июня 2023 г. № 9

Зав. кафедрой д.т.н, профессор, Рындык А.Г. \_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИРИТ,  
протокол от 21 июня 2022 г. № 11  
20 июня 2023 г. № 6

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № \_\_\_\_\_  
Начальник МО \_\_\_\_\_

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

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
1.1 ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
1.2 ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>	<b>5</b>
<b>4 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 ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ....</b>	<b>11</b>
5.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	11
5.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания....	14
<b>6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>16</b>
6.1 УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	16
6.2 СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	16
6.3 ПЕРЕЧЕНЬ ЖУРНАЛОВ ПО ПРОФИЛЮ ДИСЦИПЛИНЫ: .....	16
6.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	17
<b>7 ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>17</b>
7.1 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ .....	17
7.2 ПЕРЕЧЕНЬ СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ .....	17
7.3 ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	18
<b>8 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....</b>	<b>18</b>
<b>9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>19</b>
<b>10 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>19</b>
10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии .....	19
10.2 Методические указания для занятий лекционного типа.....	20
10.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах.....	20
10.4 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся .....	20
<b>11 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>21</b>
11.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости .....	21
11.1.1 Типовые задания для лабораторных работ .....	21
11.1.2 Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена для студентов очной форм обучения в форме экзамена в 1 семестре.....	21

# **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 высокогородневых языках программирования.

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

Дисциплина «Применение цифровой обработки сигналов» способствует подготовке студентов к решению следующих профессиональных задач:

- расчет разрядности систем цифровой обработки сигналов;
- разработка математических имитационных моделей в виде в виде компьютерных программ на высокогородневых языках программирования (MATLAB, Octave);
- анализ результатов моделирования проектируемой системы.

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

Дисциплина Б1.В.ДВ.2 «Применение цифровой обработки сигналов» относится к вариативной части первого блока и является дисциплиной по выбору 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 «Современные математические методы обработки сигналов», «Аппаратные средства цифровой обработки сигналов», «Современные теория и техника радиолокации и радионавигации», «Современные алгоритмы проектирования радиотехнических систем», «Программные средства цифровой обработки сигналов», «Алгоритмы цифровой обработки сигналов и их реализация на языке программирования Matlab» в объеме учебного плана магистратуры по направлению 11.04.01 «Радиотехника».

Дисциплина «Применение цифровой обработки сигналов» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Цифровая обработка радиолокационных сигналов», «Алгоритмы и методы цифровой обработки сигналов», «Проектирование встроенных систем», «Сетевые информационные технологии», а также практик: научно-исследовательская работа, преддипломная.

### **3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)<sup>1</sup>**

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>Современные математические методы обработки сигналов, ПКС-1</i>				
<i>Аппаратные средства цифровой обработки сигналов, ПКС-1</i>				
<i>Аппаратные средства цифровой обработки сигналов, ПКС-2</i>				
<i>Современные теория и техника радиолокации и радионавигации, ПКС-1</i>				
<i>Программные средства цифровой обработки сигналов, ПКС-1</i>				
<i>Программные средства цифровой обработки сигналов, ПКС-2</i>				
<i>Алгоритмы цифровой обработки сигналов и их реализация на языке программирования Matlab, ПКС-2</i>				
<i>Современные алгоритмы проектирования радиотехнических систем, ПКС-2</i>				
<i>Цифровая обработка радиолокационных сигналов, ПКС-1</i>				
<i>Цифровая обработка радиолокационных сигналов, ПКС-2</i>				
<i>Алгоритмы и методы цифровой обработки сигналов ПКС-1</i>				
<i>Проектирование встроенных систем, ПКС-1</i>				
<i>Сетевые информационные технологии, ПКС-1</i>				
<i>Научно-исследовательская работа ПКС-1</i>				
<i>Научно-исследовательская работа ПКС-2</i>				
<i>Научно-исследовательская работа ПКС-1</i>				
<i>Научно-исследовательская работа ПКС-2</i>				
<i>Преддипломная ПКС-1</i>				
<i>Преддипломная ПКС-2</i>				
<i>Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР ПКС-1</i>				
<i>Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР ПКС-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
ПКС-1 Способен проводить разработку методов, алгоритмов приема, передачи и обработки сигналов, обеспечивающих рост технических характеристик радиоэлектронной аппаратуры	ИПКС-1.2. Разрабатывает стратегии и методологии исследования радиотехнических устройств и систем, работает с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию радиоэлектронных комплексов.	<b>Знать:</b> основы схемотехники цифровых устройств и микропроцессорных систем, алгоритмы и методы цифровой обработки сигналов, технический английский язык	<b>Уметь:</b> анализировать структурные, функциональные и принципиальные схемы цифровых устройств	<b>Владеть:</b> современными инструментальными средствами для решения прикладных задач цифровой обработки сигналов и разработки технической документации	Выполнение индивидуального задания	Вопросы для устного собеседования
Освоение дисциплины причастно к ТФ С/02.6 (ПС 06.005 «Специалист по эксплуатации радиоэлектронных средств (инженер-электроник»), решает задачи разработки алгоритмов и анализа и синтеза структурных и функциональных схем цифровых устройств						
ПКС-2 Способен выполнять математическое моделирование радиолокационных систем и устройств с целью оптимизации их параметров с помощью пакетов прикладных программ	ИПКС-1.2. Анализирует физические и математические модели и методы моделирования сигналов, процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем, осуществляя тестирование аппаратного и программного обеспечения радиоэлек-	<b>Знать:</b> основы работы в САПР математического моделирования MATLAB	<b>Уметь:</b> синтезировать алгоритмы цифровой обработки радиотехнических сигналов, создавать математические модели исследуемых систем цифровой обработки сигналов	<b>Владеть:</b> программированием микропроцессорных систем на языках высокого и низкого уровня		

	тронных комплексов.				
	Освоение дисциплины причастно к ТФ С/02.6 (ПС <u>06.005 «Специалист по эксплуатации радиоэлектронных средств (инженер-электроник»</u> ), решает задачи синтеза алгоритмов цифровой обработки радиотехнических сигналов и создания математических моделей исследуемых систем цифровой обработки сигналов				

## 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 по семестрам для студентов очного обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		1 сем	2 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>	
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	51	51	
занятия лекционного типа (Л)	17	17	
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)	17	17	
лабораторные работы (ЛР)	17	17	
1.2. Внеаудиторная, в том числе	4	4	
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)			
текущий контроль, консультации по дисциплине			
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	4	4	
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>89</b>	<b>89</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.)	53	53	
Подготовка к экзамену (контроль)	36	36	
Подготовка к зачёту/ зачёту с оценкой (контроль)			

### 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 (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа										
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия								
<b>1 семестр</b>												
ПКС-1,2	Раздел 1. Спектральный анализ сигналов на основе параметрических моделей											

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									
ПКС-1,2	<b>Тема 1.1 Модели автогрессии, скользящего среднего (АРСС)</b> Структура моделей автогрессии (АР) и скользящего среднего (СС), их особенности	2	2	1	1	Подготовка к лабораторным и практическим занятиям [6.1.5, 6.1.6]	Интерактивная лекция						
ПКС-1,2	<b>Тема 1.2 Алгоритмы вычисления параметров моделей АРСС</b> Алгоритмы вычисления параметров модели АР, алгоритмы пересчета параметров модели СС, связь между моделями АР и СС	2	2	1	2	Подготовка к лабораторным и практическим занятиям [6.1.1, 6.1.2, 6.1.3, 6.1.5]	Интерактивная лекция						
ПКС-1,2	<b>Тема 1.3 Спектральное разрешение и правила определения порядка модели</b> Правила оценки порядка модели АРСС, понятие спектрального разрешения и сравнение с ДПФ	2	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	5								
ПКС-1,2	<b>Раздел 2. Цифровая обработка изображений</b>												
ПКС-1,2	<b>Тема 2.1 Цифровое изображение, форматы, алгоритмы сжатия</b>	3	2	6	2	Подготовка к лабораторным и практическим занятиям [6.1.4, 6.1.5, 6.1.6]	Коллективное решение творческих задач						
ПКС-1,2	<b>Тема 2.2 Алгоритмы двумерной цифровой фильтрации на основе свертки, нелинейных ранговых алгоритмов, алгоритмов на основе гистограммы яркостей точек</b>	3	2	2	3	Подготовка к лабораторным и практическим занятиям [6.1.1, 6.1.2, 6.1.4, 6.1.8]	Коллективное решение творческих задач						

Планируе- мые (кон- тролируе- мые) ре- зультаты освое- ния: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетен- ций	Наименование разделов, тем	Виды учебной рабо- ты (час)				Вид СРС	Наимено- вание ис- пользуе- мых ак- тивных и интерак- тивных образова- тельных технологий	Реализа- ция в рам- ках Прак- тической подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименова- ние разрабо- танного Электронно- го курса (трудоем- кость в ча- сах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции	Лабораторные рабо- ты	Практические заня- тия									
	<b>Итого по разделу 2</b>	6	4	8	5								
ПКС-1,2	<b>Раздел 3. Многоскорост- ная цифровая обработка и Сигма-Дельта АЦП</b>												
ПКС-1,2	<b>Тема 3.1 Моделирова- ние систем цифровой обработки сигналов в цифровых приемниках</b> Каскадные интегратор- гребенчатые фильтры в цифровых приемниках	3	4	3	2	Подготовка к лабора- торным и практиче- ским заня- тиям [6.1.1, 6.1.2, 6.2.1, 6.2.4]	Коллек- тивное решение творче- ских задач						
ПКС-1,2	<b>Тема 3.2 Принципы построения Сигма- Дельта АЦП</b> Принципы построения Сигма-Дельта АЦП раз- личных порядков, шум квантования, интерполя- ция, моделирование АЦП	2	3	2	3	Подготовка к лабора- торным и практиче- ским заня- тиям [6.1.1, 6.1.2, 6.2.2, 6.2.4]	Коллек- тивное решение творче- ских задач						
	<b>Итого по разделу 3</b>	5	7	5	5								
	Подготовка к экзамену (контроль)				<b>36</b>								
	<b>Итого за семестр</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>51</b>	<b>89</b>							

## **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	Спектральный анализ сигналов на основе параметрических моделей	ПКС-1,2	Участие в групповых обсуждениях	Комплект практических задач	Выполнение индивидуальных задач	Практические работы: «Спектральный анализ цифровых сигналов на основе Моделей АРСС», «Сравнение различных алгоритмов вычисления параметров модели АР»	Допуск по теоретической части ЛР	Вопросы к ЛР .	Проверка правильности выполнение индивидуального задания	Индивидуальное задание

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
2	Цифровая обработка изображений	ПКС-1,2	Участие в групповых обсуждениях	Комплект практических задач	Выполнение индивидуальных заданий	Практические работы: «Моделирование обработки изображения различными типами фильтров», «Реализация алгоритма поиска эталона на изображении»	Допуск по теоретической части ЛР	Вопросы к ЛР	Проверка правильности выполнение индивидуального задания	Индивидуальное задание

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
3	Многоскоростная цифровая обработка и Сигма-Дельта АЦП	ПКС-1,2	Участие в групповых обсуждениях	Комплект практических задач	Выполнение индивидуальных заданий	Практические работы: «Моделирование работы СИС-фильтра», «Моделирование работы и сравнение Сигма-Дельта АЦП 1-,2- и 3-го порядков».	Допуск по теоретической части ЛР	Вопросы к ЛР	Проверка правильности выполнение 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
Применение цифровой обработки сигналов	ПКС-1,2	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	ПКС-1, ПКС-2	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≤50	Отлично
30<R≤40	Хорошо
20<R≤30	Удовлетворительно
0<R≤20	Неудовлетворительно

При промежуточном контроле успеваемость студентовоценивается 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 max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-1Способен проводить разработку методов, алгоритмов приема, передачи и обработки сигналов, обеспечивающих рост технических характеристик радиоэлектронной аппаратуры	ИПКС-1.2. Разрабатывает стратегии и методологии исследования радиотехнических устройств и систем, работает с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию радиоэлектронных комплексов.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоен 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.
ПКС-2Способен выполнять математическое моделирование радиолокационных систем и устройств с целью оптимизации их параметров с помощью пакетов прикладных программ	ИПКС-2.1. Анализирует физические и математические модели и методы моделирования сигналов, процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем, осуществляет тестирование аппаратного и программного обеспечения радиоэлектронных комплексов.	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. Мякиньков [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.
- 6.4.1 Мякиньков А.В. Функциональное моделирование радиосистем :Учеб.пособие / А.В. Мякиньков, 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.

### 6.2 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..Matlabи Simulinkдля 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 технологии [Журнал "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. Мякиньков, Д.М. Смирнова, А.А. Кузин, В.Н. Буров. – Н.Новгород, 2015. – 24 с.[В библиотеке - 10 экз.](#)

#### **6.4.2**

### **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	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
2	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.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
---	--

<p>1. Windows 7 Pro SP1 (подписка Dream Spark Premium, договор 21.10.14).</p> <p>2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 64231296).</p> <p>3. Dr.Web (с/н B24I-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020).</p> <p>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)</p>	<p>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></p>
---	---

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

В таблице10 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

<b>№</b>	<b>Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы</b>	<b>Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>1</b>	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 таблице11указан 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

<b>№</b>	<b>Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ</b>	<b>Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования</b>
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
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:

- зал электронно-информационных ресурсов (ауд. 2210 – 11 компьютеров, ауд. 6119 – 9 компьютеров);
- читальный зал открытого доступа (ауд. 6162 – 2 компьютера);
- ауд. 2303, 2202, оборудованные Wi-Fi.

### 6.4.2

Перечень материально-технического обеспечения, необходимого для реализации программы магистратуры и проведения лабораторных работ для студентов очного обучения, включает в себя компьютерные классы кафедры «Информационные радиосистемы», оснащенные необходимым оборудованием, техническими и электронными средствами обучения и контроля знаний студентов: 12 рабочих места, оборудованных: персональные компьютеры, Intel Core2Duo/2 Gb RAM/HDD 250, в составе локальной вычислительной сети, без подключения к интернету.

Пакеты ПО (аудитории 5415, 5414):

- Windows 7;
- OpenOffice.
- MATLAB + Simulink

## 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.

Инициируется 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 ис-

пользованы 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. Признаки модели линейной дискретной системы;
2. Модель авторегрессии (AP);
3. Модель скользящего среднего (CC);
4. Чем определяется порядок модели авторегрессии, скользящего среднего?
5. Метод Юла-Уокера расчета параметров модели AP;
6. Алгоритм Берга расчета параметров модели AP;
7. Метод Прони расчета параметров модели AP;
8. Корреляционный и модифицированный ковариационный метода расчета параметров модели AP;
9. Связь параметров модели AP и CC;
10. Понятие спектрального разрешения;
11. Сравнение параметрического и непараметрического подходов к анализу спектров;
12. Что такое цифровое изображение?
13. Способы кодирования цвета и сжатия изображения?
14. Алгоритмы сжатия LZW, 8bitRLE, кодирование Хаффмана;
15. Фильтрация изображений линейными фильтрами на основе двумерной свертки;
16. Фильтрация изображений нелинейными фильтрами на основе рангового алгоритма;
17. Контрастирование изображения;
18. Эквализация изображения;
19. Алгоритм корреляционного поиска эталона на изображении;
20. Структура каскадного интегратор-гребенчатого фильтра N-го порядка (CIC);
21. Корректирующий ФНЧ;
22. Алгоритм реализации CIC-фильтра;
23. Структура Сигма-Дельта АЦП 1-го порядка;
24. Ошибки квантования цифровых сигналов;
25. Преимущества передискретизации с запасом по частоте;
26. Структура Сигма-Дельта АЦП 2-го порядка;
27. Структура Сигма-Дельта АЦП 3-го порядка (MASH);
28. Особенности Сигма-Дельта АЦП.

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



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института ИРИТ

“ \_\_\_\_ ” 20\_\_ г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины  
«Б1.Б.1 Математическое моделирование радиотехнических  
устройств и систем»**

для подготовки магистров

Направление: 11.04.01 Радиотехника

Программа подготовки: Системы цифровой обработки сигналов в радиолокации, связи и управлении

Форма обучения очная

Год начала подготовки: 2021

Курс 1

Семестр 1

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20\_\_ г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

- 1) .....;
- 2) .....;
- 3) .....

Разработчик (и): \_\_\_\_\_  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«\_\_» 2021 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ИРС

\_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_» 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой ИРС \_\_\_\_\_ «\_\_» 20\_\_ г.

Методический отдел УМУ: \_\_\_\_\_ «\_\_» 20\_\_ г.