

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.В.ДВ.1.1 «Современные алгоритмы проектирования
радиотехнических систем»
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)
для подготовки магистров

Направление подготовки: 11.04.01 Радиотехника

Направленность (программа) «Системы цифровой обработки сигналов в радиолокации, связи и управлении»

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2025

Выпускающая кафедра ИРС

Кафедра-разработчик ИРС

Объем дисциплины 108/3
часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет

Разработчик: Приблудова Е.Н., к.т.н., зав.каф.

Нижний Новгород, 2025

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 № 6 от 17.12.2024 г.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика, 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-с-12
Начальник МО _____ Севрюкова Е.Г

Заведующая отделом НТБ _____ Н.И. Кабанина
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.1. Цель освоения дисциплины.....	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	8
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	8
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.	12
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	13
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	15
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	15
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	15
6.3. ПЕРЕЧЕНЬ ЖУРНАЛОВ ПО ПРОФИЛЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	15
6.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	16
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	16
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	16
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	16
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	17
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	17
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	18
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	18
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА.....	19
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ.....	20
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ	20
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	20
11.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА В ХОДЕ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ.....	20
11.1.1. Типовые задания для практических занятий	20

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является развитие компетенций в области цифровой обработки сигналов, а также применения алгоритмического подхода для расчета и моделирования устройств с учетом эффектов квантования при решении профессиональных задач.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)

Задачи освоения дисциплины:

- расчет и моделирование устройств с учетом эффектов квантования.
- применение *интерактивной графической программы GUI fdatool*;
- проявление системного и алгоритмического мышления при расчете и моделировании цифровых устройств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Современные алгоритмы проектирования радиотехнических систем» Б1.В.ДВ.1.1 включена в вариативную часть по выбору первого блока. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

Дисциплина базируется на дисциплинах «Применение цифровой обработки сигналов», «Цифровая обработка радиолокационных сигналов».

Дисциплина «Современные алгоритмы проектирования радиотехнических систем» является основополагающей для изучения дисциплины «Программные средства цифровой обработки сигналов», также практик: научно-исследовательская работа, производственная (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
Аппаратные средства цифровой обработки сигналов ПКС-2				
Программные средства цифровой обработки сигналов ПКС-2				
Алгоритмы цифровой обработки сигналов и их реализация на языке программирования Matlab ПКС-2				
Применение цифровой обработки сигналов ПКС-2				
Цифровая обработка радиолокационных сиг-				

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки магистра			
	1	2	3	4
<i>налов ПКС-2</i>				
<i>Научно-исследовательская работа ПКС-2</i>				
<i>Преддипломная ПКС-2</i>				
<i>Алгоритмы цифровой обработки сигналов и их реализация на языке программирования Matlab ПКС-3</i>				
<i>Организационно-управленческая практика ПКС-3</i>				
<i>Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР ПКС-2,3</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-2 Способен 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 работы программного обеспечения радиоэлектронных комплексов.	Знать: основные методы синтеза устройств цифровой обработки сигналов с оптимальными характеристиками и учитывающие эффекты квантования, язык программирования Matlab.	Уметь: решать задачи проектирования и расчета устройств цифровой обработки сигналов с учетом квантования в среде Matlab, оценивать техническое состояние устройств цифровой обработки сигналов.	Владеть: современными информационными и инструментальными средствами (интерактивная графическая программа GUI fdatoool среды Matlab) для решения задач, связанных с проектированием устройств цифровой обработки сигналов в своей профессиональной деятельности и тестирования программного обеспечения.	Выполнение индивидуального задания – 15 заданий	Вопросы для устного собеседования – 15 вопросов	
Освоение дисциплины причастно к ТФ С/02.6(ПС 06.005 «Специалист по техническому обслуживанию и ремонту радиоэлектронных средств», решает задачи проектирования, расчета устройств цифровой обработки сигналов с учетом квантования и эффективного проведения тестирования работы программного обеспечения							
ПКС-3 Способен организовать выполнение разработки, тестирования и эксплуатации аппаратных и программных средств, контролировать ведение отчетной и иной документации	ИПКС-3.1. Разрабатывает алгоритмы и программы с использованием современных языков программирования и пакетов прикладных программ, составляет эксплуатационную документацию на программное обеспечение	Знать: основные методы и алгоритмы проектирования радиотехнических систем, технический английский язык.	Уметь: решать задачи проектирования радиотехнических систем и составлять эксплуатационную документацию.	Владеть: современными информационными и инструментальными средствами для решения задач и разработки технической документации.			

Освоение дисциплины причастно к ТФ С/01.6 (ПС <u>06.005 «Специалист по техническому обслуживанию и ремонту радиоэлектронных средств»</u> , решает задачи эффективной разработки алгоритмов, программ и технической документации на программное обеспечение		
--	--	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет Знач.ед. 108 часов, распределение часов по видам работ семестрам 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
		2 сем
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
1. Контактная работа:	55	55
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	51	51
занятия лекционного типа (Л)	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)	34	34
лабораторные работы (ЛР)		
1.2. Внеаудиторная, в том числе	4	4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
2. Самостоятельная работа (СРС)	53	53
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 зачёту (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 (трудоёмкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоёмкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
ПКС-2, ИПКС-2.1, ПКС-3, ИПКС-3.1	Раздел 1. Средства Matlab для работы с квантованными системами					Подготовка к лекциям[6.1.1]-[6.1.3], работа над индивидуальным заданием			

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					
	Тема 1.1 Форматы представления чисел с фиксированной точкой	2			3				
	Тема 1.2 Арифметические операции с квантованными сигналами	2			3				
	Тема практического занятия: «Работа с квантованными сигналами с помощью среды Matlab»			7	3	Подготовка к практическому занятию[6.1.1]-[6.1.3], [6.4.1]	Мозговой штурм		
	Работа по освоению 1 раздела:	4		7	9				
	Итого по 1 разделу	4		7	9				
ПКС-2, ИПКС-2.1, ПКС-3, ИПКС-3.1	Раздел 2. Проектирование цифровых КИХ -фильтров с учетом квантования					Подготовка к лекциям [6.1.1]-[6.1.3], [6.2.1]-[6.2.3], [6.3.1]-[6.3.3], [6.4.1], работа над индивидуальным заданием			
	Тема 2.1 Изучение возможностей проектирования цифровых КИХ-фильтров с помощью пакета fdatool из библиотеки FilterDesign	2			2				
	Тема 2.2 Расчет и установка минималь-	3			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					
	ной разрядности в зависимости от допустимых ошибок квантования								
	Тема 2.3 Моделирование ошибок квантования	2			2				
	Тема практического занятия: «Проектирование и расчет цифровых КИХ – фильтров с помощью пакета FilterDesign			10	3	Подготовка к практическому занятию[6.1.1]- [6.1.3], [6.4.1]	Мозговой штурм		
	Работа по освоению 2 раздела:	7		10	9				
	Итого по 2 разделу	7		10	9				
ПКС-2, ИПКС-2.1, ПКС-3, ИПКС-3.1	Раздел 3. Проектирование цифровых БИХ -фильтров с учетом квантования					Подготовка к лекциям [6.1.1]-[6.1.3], [6.2.1]-[6.2.3], [6.3.1]-[6.3.3], [6.4.2], работа над индивидуальным заданием			
	Тема 3.1.Изучение возможностей проектирования цифровых БИХ-фильтров с помощью пакета fdatoool из библиотеки FilterDesign	1			2				
	Тема 3.2.Расчет и	2			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					
	установка минимальной разрядности в зависимости от допустимых ошибок квантования								
	Тема 3.3. Моделирование ошибок квантования	2			3				
	Тема 3.4. Влияние предельных циклов	1			3				
	Тема практического занятия: «Проектированиеи расчет цифровых БИХ – фильтров с помощью пакета FilterDesing»			17	7	Подготовка к практическому занятию6.1.1] - [6.1.3], [6.4.2]	Мозговой штурм		
	Работа по освоению 3 раздела:	6		17	17				
	Итого по 3 разделу	6		17	17				
	Подготовка к зачету				18				
	ИТОГО по дисциплине	17		34	53				

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		Самостоятельная работа	
			Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств
1.	Средства Matlab для работы с квантованными системами	ПКС-2, ИПКС-2.1, ПКС-3, ИПКС-3.1	Участие в групповых обсуждениях	Комплект тематик для дискуссий	Выполнение индивидуального задания	Практическая работа: Работа с квантованными сигналами с помощью среды Matlab	Выполнение домашних заданий	Домашние задания
2.	Проектирование цифровых КИХ - фильтров с учетом квантования	ПКС-2, ИПКС-2.1, ПКС-3, ИПКС-3.1	Участие в групповых обсуждениях	Комплект тематик для дискуссий	Выполнение индивидуального задания	Практическая работа: Проектирование и расчет цифровых КИХ –фильтров с помощью пакета FilterDesing	Выполнение домашних заданий	Домашние задания
3.	Проектирование цифровых БИХ - фильтров с учетом квантования	ПКС-2, ИПКС-2.1, ПКС-3, ИПКС-3.1	Участие в групповых обсуждениях	Комплект тематик для дискуссий	Выполнение индивидуального задания	Практическая работа: Проектирование и расчет цифровых БИХ –фильтров с помощью пакета FilterDesing	Выполнение домашних заданий	Домашние задания

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
«Современные алгоритмы проектирования радиотехнических систем»	ПКС-2, ПКС-3	Устное собеседование по вопросам	Вопросы к зачету	Выполнение индивидуального задания	Задания к зачету

Таблица 5.3 - Оценочные средства дисциплины, для промежуточной аттестации

	Формируемые компетенции	Номера заданий
1	Компетенция ПКС-1, ПКС-2	1-15

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 и оценка выполнения практических работ

Вид оценивания аудиторных занятий	Технология оценивания	Описание шкалы оценивания на этапе текущего контроля			
		Отсутствие усвоения	Не полное усвоение	Хорошее усвоение	Отличное усвоение
Работа на лекциях	Участие в групповых обсуждениях	отсутствие участия	единичное высказывание	активное участие в обсуждении	высказывание неординарных суждений с обоснованием точки зрения
Работа на практических занятиях	Решение индивидуальных домашних заданий	не правильное решение	решение с ошибками	правильное решение без ошибок с отдельными замечаниями	правильное решение без ошибок
	Решение индивидуальных практических заданий	не правильное решение	решение с ошибками	правильное решение без ошибок с отдельными замечаниями	правильное решение без ошибок

При промежуточной аттестации выставляется зачет без оценки (зачтено).

Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Отсутствие усвоения	Не полное усвоение	Хорошее усвоение	Отличное усвоение
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 работы программного обеспечения радиоэлектронных комплексов.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены основные методы синтеза устройств цифровой обработки сигналов с учетом эффектов квантования	Фрагментарные, поверхностные знания основных методов синтеза устройств цифровой обработки сигналов с учетом эффектов квантования	Знает основные методы синтеза устройств цифровой обработки сигналов с учетом эффектов квантования на достаточно хорошем уровне	Имеет глубокие знания решения задач цифровой обработки сигналов с учетом эффектов квантования
ПКС-3 Способен организовать выполнение разработки, тестирования и эксплуатации аппаратных и программных средств, контролировать ведение отчетной и иной документации	ИПКС-3.1. Разрабатывает алгоритмы и программы с использованием современных языков программирования, составляет эксплуатационную документацию на программное обеспечение	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены алгоритмы оценивания разрядности квантованного фильтра (КИХ-фильтра, БИХ-фильтра), моделирование ошибок квантования	Фрагментарные, поверхностные знания алгоритмов оценивания разрядности квантованного фильтра (КИХ-фильтра, БИХ-фильтра), частично может моделировать ошибки квантования, проводить тестирование с помощью программных средств и составлять эксплуатационную документацию на программное обеспечение. 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,проводит тестирование с помощью программных средств, составляет эксплуатационную документацию на программное обеспечение	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

	Критерии оценивания
незачтено	Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий
зачтено	Способен логично мыслить, системно структурировать изложение материала, излагать его, не допуская существенных неточностей. Способен эффективно применять теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Может допускать единичные ошибки в решении проблем

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
6.1.1	Пространственная обработка сигналов в многоканальных радиолокационных системах [Электронные текстовые данные]: Учеб.пособие / А.В. Ястребов [и др.]; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород: [Изд-во НГТУ], 2020.	В библиотеке – 1 экз. , на кафедре – 45 экз.
6.1.2	Оппенгейм А. Цифровая обработка сигналов: Учеб.пособие / А.Оппенгейм, Р.Шафер. - М.: Техносфера, 2012.	2012 г. – 3 экз. 2007 г. – 9 экз. Всего: – 12 экз.
6.1.3	Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов: Учеб.пособие / А.Б.Сергиенко. -СПб.: БХВ-Петербург, 2011.	2011 г. – 30 экз. 2006 г. – 21 экз. Всего: – 51 экз.

6.2. Справочно-библиографическая литература

— учебники и учебные пособия

- 6.2.1. Васин В.А. Информационные технологии в радиотехнических системах: Учеб.пособие / В.А.Васин и др. - М. : Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. **В библиотеке - 20 экз.**
- 6.2.2. Коберниченко В. Г. Основы цифровой обработки сигналов : Учеб.пособие / В. Г. Коберниченко. - М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Урал.федер. ун-т. — Екатеринбург : изд-во Урал.ун-та, 2018.
- 6.2.3. Онлайн-книга Цифровая обработка сигналов / <http://padaread.com/?book=3404>

6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины

- 6.3.1. Научно-технический журнал "Цифровая обработка сигналов". Журнал "Цифровая обработка сигналов" (<http://www.dsps.ru>).
- 6.3.2. Информационные ресурсы России. Российская ассоциация электронных библиотек. Информационные Ресурсы России — Российская ассоциация электронных библиотек (aselibrary.ru).
- 6.3.3. Журнал «Информационные технологии и вычислительные системы». Журнал «Информационные технологии и вычислительные системы» - Aboutjournal (jitcs.ru)

6.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Современные алгоритмы проектирования радиотехнических систем» разработаны в бумажном и электронном вариантах.

Электронные варианты методических указаний по выполнению практических работ по дисциплине «Современные алгоритмы проектирования радиотехнических систем» отправляются на электронные адреса групп.

6.4.1. Кузин А.А., Приблудова Е.Н. Средства Matlab для работы с квантованными сигналами. Проектирование и расчет цифровых КИХ-фильтров с учетом квантования в среде MatLab: мет.-указ. к лаб. раб. № 1, № 2 / НГТУ. Н.Новгород, 2012. 32 с. **В библиотеке - 10 экз.**

6.4.2. Кузин А.А., Приблудова Е.Н. Проектирование и расчет цифровых БИХ-фильтров с учетом квантования в среде MatLab: мет.-указ. к лаб. раб. № 3 [Электронный ресурс]. 2012. 26 с. **На кафедре - 10 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

Таблица 8 - Перечень электронных библиотечных систем

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

7.2. Перечень свободно распространяемого программного обеспечения

Таблица 9.1 - Программное обеспечение (ПО), используемое студентами очного обучения

лицензионное ПО, с указанием реквизитов подтверждающего документа	ПО свободного распространения
1 Windows 7 Pro SP1 (подписка Dream Spark Premium, договор от 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) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html
	Zoom для дистанционного обучения, ссылка отправляется преподавателем

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	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	https://cyberpedia.su/21x47c0.html
	Инструменты и веб-ресурсы для веб-разработки – 100+	https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus

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 № 5414 учебно-лабораторного корпуса № 5 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 28Л	1. Персональные компьютеры, Intel Core3/4 Gb RAM/HDD 500, в составе локальной вычислительной сети, без подключения к интернету 2. Рабочее место студента - 12.	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. Программ 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.

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 «Современные алгоритмы проектирования радиотехнических 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, практических 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 практических 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 зачета с учетом текущей успеваемости.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с заданиями, вопросами, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически излагает учебный материал; справляется с заданиями, вопросами, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

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 (Таблица 4.1). 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 практическим занятиям 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 каждому практическому занятию студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждое выполненное домашнее задание проверяется преподавателем.

При оценивании домашних заданий учитывается следующее:

- правильность выполнения домашней работы;
- качество устных ответов на теоретические вопросы по пройденной теме.

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.

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 по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая для студентов очной формы обучения:

- выполнение домашних заданий;
- зачет.

11.1.1. Типовые задания для практических занятий

1. Задан формат [4 3]. Найдите сумму чисел в соответствии с заданием.
2. Найдите произведение двух дробных чисел с ФТ в соответствии с заданием.
3. Вычислите шаг квантования, диапазон чисел для заданного формата представления чисел с ФТ.
4. Создайте объект квантователя для заданного формата представления чисел с ФТ и объясните влияние его параметров, в частности, влияние изменения формата представления чисел, влияние режимов округления на ошибку квантования, проанализируйте количество переполнений. Измените программу таким образом, чтобы после квантования не было переполнений, и поясните результат.
5. Постройте графики (на одном рисунке): спектры дискретного и квантованного сигналов для 10 разрядов, поясните результат и построьте графики (на одном рисунке): спектры

дискретного и квантованного сигналов для 14 разрядов, поясните влияние увеличения разрядов.

6. Постройте графики (на одном рисунке): спектра смеси реального сигнала и шума, график спектра квантованной смеси реального сигнала и шума, поясните влияние увеличения разрядов.
7. Постройте графики результатов сложения и умножения двух квантованных сигналов для заданных форматов представления чисел с ФТ, поясните результат.
8. Дано десятичное число. Определите прямой код двоичного числа с заданной разрядностью. Оцените относительную погрешность полученных чисел конечной разрядности при округлении и при усечении.
9. Получите вероятностные оценки шума АЦП (математическое ожидание, дисперсию), мощность шума квантования и абсолютное значение максимальной ошибки квантования при операциях округления и усечения чисел.
10. Для заданного варианта заполнить поля, определяющие параметры АЧХ проектируемого фильтра конечной импульсной характеристикой.
11. Построить АЧХ проектируемого фильтра.
12. Определить характеристику фильтра с учетом квантования.
13. Выбрать разрядность коэффициентов фильтра, чтобы характеристики фильтра не выходили за пределы заданного допуска.
14. Выбрать разрядность АЦП и ЦС по заданному алгоритму.
15. Установить рассчитанную разрядность в программе fdatool.
16. Выполнить расчет фильтра.
17. Экспортировать Num , H_q из fdatool в Matlab.
18. Написать программу в Matlab для вычисления ошибок квантования.
19. Проанализировать работу ЦС (сравнить расчетные и вычисленные значения в Matlab).

11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена для студентов очной формы обучения

1. Проектирование системы ЦОС. Проектный поток для системы ЦОС.
2. Квантование. Квантованный сигнал. Ошибки квантования. Равномерное и неравномерное квантование. Примеры.
3. Способы квантования чисел. Характеристики нелинейности ошибки квантования при округлении и усечении чисел. Характеристики плотности вероятности ошибки квантования при округлении и усечении чисел. Режимы округления. Примеры.
4. Математическое ожидание и дисперсия ошибки квантования при округлении и усечении чисел.
5. Форматы представления чисел с ФТ. Диапазон представления чисел и шаг квантования для чисел с ФТ. Примеры. Линейная модель процесса квантования входного сигнала ЦС.
6. Вероятностные оценки шума АЦП. Модель оценки шума АЦП, приведенного к выходу ЦС. Математическое ожидание и дисперсия выходного шума ЦС.
7. Арифметические операции с квантованными сигналами. Структурные схемы арифметических операций. Выбор разрядности квантователей на примерах сложения и умножения. Примеры.
8. Задачи при проектировании и расчете цифровых КИХ-фильтров с учетом квантования. Ограничения, обусловленные разрядностью цифровых КИХ-фильтров.
9. Структурная схема нерекурсивного квантованного фильтра. Алгоритм оценивания разрядности квантованного КИХ-фильтра на примере.
10. Оценка разрядности коэффициентов фильтра, оценка величины разрядности АЦП.
11. Оценка выходной и промежуточной разрядности цифровой системы.

12. Определение динамического диапазона входного и выходного сигналов.
13. Структура выделения ошибок квантования КИХ-фильтра.
14. Виды предельных циклов. Требования к длинам коэффициентов с точки зрения устойчивости и желаемой частотной характеристики.
15. Алгоритм оценивания разрядности квантованного БИХ-фильтра.
16. Нарисуйте шумовую модель БИХ-фильтра второго порядка. Расчет дисперсии системы для БИХ-фильтров.
17. Пример колебания предельных циклов цифрового БИХ-фильтра первого порядка. Мертвая зона фильтра первого порядка.
18. Отличия и сходства в структуре выделения ошибок квантования КИХ-фильтров и БИХ-фильтров.
19. Отличия и сходства при проектировании и расчетах цифровых КИХ-фильтров, БИХ-фильтров с учетом квантования.