МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА"

СОГЛАСОВАНО
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ

Цифровые системы передачи

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Радиоуправления и связи**

Учебный план 11.03.02_26_00.plx
11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**7 (4.1)**		Итого	
Недель	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	32	32	32	32
Лабораторные	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,35	0,35	0,35	0,35
Консультирование перед экзаменом и практикой	2	2	2	2
Итого ауд.	50,35	50,35	50,35	50,35
Контактная работа	50,35	50,35	50,35	50,35
Сам. работа	49,3	49,3	49,3	49,3
Часы на контроль	44,35	44,35	44,35	44,35
Итого	144	144	144	144

г. Рязань

Программу составил(и):
д.т.н., проф, Езерский В.В.

Рабочая программа дисциплины
Цифровые системы передачи

разработана в соответствии с ФГОС ВО:
ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 930)

составлена на основании учебного плана:
11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
утвержденного учёным советом вуза от 24.04.2026 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
Радиоуправления и связи

Протокол от 01.06.2026 г. № 10
Срок действия программы: 20262030 уч.г.
Зав. кафедрой Дмитриев Владимир Тимурович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
Радиоуправления и связи

Протокол от __ _____ 2027 г. № __

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры
Радиоуправления и связи

Протокол от __ _____ 2028 г. № __

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры
Радиоуправления и связи

Протокол от __ _____ 2029 г. № __

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2030-2031 учебном году на заседании кафедры

Радиоуправления и связи

Протокол от __ _____ 2030 г. № __

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Цели: Ознакомление с основными методами цифровой обработки сигналов и основными принципами проектирования цифровых устройств на микроконтроллерах и сигнальных процессорах.
1.2	Задачи: После изучения курса студенты должны:
1.3	-представлять основные принципы цифровой обработки сигналов;
1.4	-знать типовые методы цифрового анализа и синтеза сигналов в частотной и временной областях;
1.5	-уметь правильно применять указанные методы в практической работе и чётко представлять существующие ограничения и возможные особенности;
1.6	-уметь реализовывать устройства цифровой обработки на современной элементной базе.
1.7	

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Цифровая обработка сигналов
2.1.2	Основы программирования микропроцессорной техники
2.1.3	Современные методы кодирования и модуляции
2.1.4	Электромагнитные поля и волны
2.1.5	Технологическая (проектно-технологическая) практика
2.1.6	Интеллектуальные сети
2.1.7	Вычислительная техника и информационные технологии
2.2	**Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Производственная практика
2.2.2	Новые информационные технологии в МТКС
2.2.3	Интернет вещей
2.2.4	Сетевые технологии высокоскоростной передачи данных
2.2.5	Интеллектуальные системы и сети телекоммуникаций
2.2.6	Обработка информации в интеллектуальных системах
2.2.7	УИР
2.2.8	Преддипломная практика
2.2.9	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

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

ПК-2: Способен разрабатывать схемы организации связи телекоммуникационной системы

ПК-2.3. Обосновывает выбор информационных технологий, предварительных технических решений по цифровой системе связи, компонентам, оборудования и программного обеспечения

Знать

Уметь

Владеть

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	**Знать:**
3.1.1	типовые методы цифрового анализа и синтеза сигналов в частотной и временной областях.
3.2	**Уметь:**
3.2.1	правильно применять указанные методы в практической работе и чётко представлять существующие ограничения и возможные особенности.
3.3	**Владеть:**
3.3.1	реализовывать устройства цифровой обработки на современной элементной базе.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Форма контроля

	Раздел 1. Общие сведения о ЦОС					
1.1	Общие сведения о ЦОС Содержание цифровой обработки сигналов (ЦОС). Аналоговый, дискретный и цифровой сигналы. Достоинства и недостатки ЦОС. Характеристики методов и средств реализации ЦОС. Этапы ЦОС. Математические основы ЦОС. Лекции 1 час /Тема/	7	0			
1.2	Общие сведения о ЦОС /Лек/	7	8			Лекция
1.3	Общие сведения о ЦОС /Ср/	7	8			Самостоятельная
1.4	Общие сведения о ЦОС /Лаб/	7	4			Лабораторная
	Раздел 2. Особенности дискретизации, квантования и восстановления сигналов					
2.1	Особенности дискретизации, квантования и восстановления сигналов. Дискретизация сигналов во времени. Квантование сигналов. Преобразование сигналов в цифровую форму. Способы восстановления сигналов, их особенности. Статические и динамические погрешности преобразования сигналов в цифровую форму и их восстановления. Предварительная обработка оцифрованных сигналов. Лекции 1 час, лаб. работы 4 часа /Тема/	7	0			
2.2	Особенности дискретизации, квантования и восстановления сигналов /Лек/	7	2			Лекция
2.3	Особенности дискретизации, квантования и восстановления сигналов /Ср/	7	4			Самостоятельная
	Раздел 3. Обработка сигналов в частотной области					
3.1	Обработка сигналов в частотной области. Дискретное преобразование Фурье, его свойства и особенности практического применения. Быстрое преобразование Фурье (БПФ), его разновидности и особенности практического использования. Вычисление корреляционного интеграла и интерполяция функций с использованием БПФ. Спектральный анализ в базисе функций Уолша. Краткие сведения о функциях Уолша, их свойства и способы нумерации. Генерирование Функций Уолша. Дискретные функции Уолша и их свойства. Дискретное и быстрое преобразования Уолша. Лекции 2 часа, практические занятия 2 часа, лаб. работы 4 часа /Тема/	7	0			
3.2	Обработка сигналов в частотной области /Лек/	7	2			Лекция
3.3	Обработка сигналов в частотной области /Ср/	7	4			Самостоятельная
	Раздел 4. Обработка сигналов во временной области					

4.1	Обработка сигналов во временной области. Цифровая фильтрация. Линейные дискретные и цифровые фильтры. Краткие сведения о Z-преобразовании. Передаточные функции дискретных фильтров и их структурные схемы. Реализация дискретных фильтров высокого порядка. Временные и частотные характеристики дискретных фильтров. Устойчивость фильтров. Лекции 2 часа, практические занятия 2 часа. /Тема/	7	0			
4.2	Обработка сигналов во временной области /Лек/	7	2			Лекция
4.3	Обработка сигналов во временной области /Ср/	7	4			Самостоятельная
4.4	Обработка сигналов во временной области /Лаб/	7	8			Лабораторная
	Раздел 5. Элементы проектирования цифровых фильтров					
5.1	Элементы проектирования цифровых фильтров Проектирование нерекурсивных фильтров. Разновидности нерекурсивных фильтров. Основные этапы проектирования нерекурсивных фильтров. Формулировка задачи аппроксимации, критерии и основные методы решения задачи аппроксимации. Реализационные характеристики фильтров. Сравнение возможностей фильтров с линейной ФЧХ и минимально-фазовых фильтров. Элементы проектирования рекурсивных фильтров. Аппроксимация в процессе синтеза рекурсивных фильтров. Определение передаточной функции рекурсивного фильтра. Сравнение методов реализации рекурсивных фильтров. Лекции 2 часа /Тема/	7	0			
5.2	Элементы проектирования цифровых фильтров /Лек/	7	8			Лекция
5.3	Элементы проектирования цифровых фильтров /Ср/	7	3,3			Самостоятельная работа
	Раздел 6. Примеры дискретных фильтров и эффекты квантования					
6.1	Примеры дискретных фильтров и эффекты квантования. Дискретный фильтр первого порядка. Дискретный фильтр второго порядка. Эффекты квантования в цифровых фильтрах. Ошибки, вызванные неточными значениями постоянных параметров, аналого-цифровым преобразованием входного сигнала и квантованием произведений. Анализ шумов в фильтре первого порядка и цифровом резонаторе. Некоторые практические приложения цифровой фильтрации. Децимация, интерполяция, передискретизация сигналов. Лекции 2 часа, практические занятия 2 часа. /Тема/	7	0			
6.2	Примеры дискретных фильтров и эффекты квантования /Лек/	7	2			Лекция

6.3	Примеры дискретных фильтров и эффекты квантования /Ср/	7	3			Самостоятельная
	Раздел 7. Особенности построения цифровых устройств					
7.1	Особенности построения цифровых устройств. Устройства ЦОС. Особенности построения аппаратуры обработки сигналов. Устройства с «жёсткой» логикой, устройства с «мягкой» логикой и комбинированные устройства. Лекции 1 час, лаб. работа 4 часа. /Тема/	7	0			
7.2	Особенности построения цифровых устройств /Лек/	7	1			Лекция
7.3	Особенности построения цифровых устройств /Ср/	7	3			Самостоятельная
	Раздел 8. Построение устройств с жёсткой логикой					
8.1	Построение устройств с жёсткой логикой. Примеры цифровых устройств с «жёсткой» логикой. Цифровые синтезаторы частот и сигналов. Цифровые синтезаторы частоты. Синтезаторы на основе ГУН. Синтезаторы на основе дискретных преобразований кода в частоту. Синтезаторы с накопительным сумматором. ЦСЧ на основе делителя с переменным коэффициентом деления. Комбинированные ЦСЧ. Цифровые синтезаторы отсчётов сигнала. Лекции 2 часа, практические занятия 2 часа. /Тема/	7	0			
8.2	Построение устройств с жёсткой логикой /Лек/	7	1			Лекция
8.3	Построение устройств с жёсткой логикой /Ср/	7	4			Самостоятельная
	Раздел 9. Построение микропрограммных устройств					
9.1	Построение микропрограммных устройств. Управляющие автоматы с «жёсткой» логикой, программируемой логикой на основе ПЗУ и программируемых логических матрицах. Лекции 2 часа. /Тема/	7	0			
9.2	Построение микропрограммных устройств /Лек/	7	4			Лекция
9.3	Построение микропрограммных устройств /Ср/	7	8			Самостоятельная
9.4	Построение микропрограммных устройств /Лаб/	7	4			Лабораторная
	Раздел 10. Построение микропроцессорных устройств					

10.1	Построение микропроцессорных устройств. Классификация и особенности архитектуры микроконтроллеров и сигнальных процессоров. Основные сведения о семействах процессоров ведущих фирм. Область применения микропроцессоров в радиоэлектронике. Порядок проектирования микропроцессорного дискретного устройства. Примеры использования микропроцессоров для решения различных задач цифрой обработки. Лекции 1 час, практические занятия 2 часа, лаб. работы 4 часа. /Тема/	7	0			
10.2	Построение микропроцессорных устройств /Лек/	7	2			Лекция
10.3	Построение микропроцессорных устройств /Ср/	7	8			Самостоятельная
	Раздел 11. Промежуточная Аттестация					
11.1	Промежуточная Аттестация /Тема/	7	0			
11.2	Консультация /Кнс/	7	2			Консультация
11.3	Подготовка к экзамену /Экзамен/	7	44,35			Подготовка к экзамену
11.4	Сдача экзамена /ИКР/	7	0,35			Сдача экзамена

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Цифровая обработка сигналов и сигнальные процессоры»

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
Операционная система Windows	Коммерческая лицензия
Kaspersky Endpoint Security	Коммерческая лицензия
LibreOffice	Свободное ПО
Inkscape	Свободное ПО
MATLAB R2010b	Бессрочно. Matlab License 666252
Free Pascal	– www.freepascal.org - Free Pascal – Advanced open source Pascal compiler for Pascal and Object Pascal. GNU General Public License (бессрочно)
Растровый графический редактор GIMP	Свободное ПО
Lazarus	Лицензия: GPL/LGPL
Maxima	NU General Public License (GPL) v2.0
Simulink	Коммерческая лицензия
Signal Processing Toolbox	Коммерческая лицензия
Micro-Cap	Коммерческая лицензия
Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1	516 лабораторный корпус. Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий Специализированная мебель (56 посадочных мест), магнитно-маркерная доска. Мультимедиа проектор, 1 экран. Персональные компьютеры: 8 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
2	508 лабораторный корпус. Учебная лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, для проведения лабораторных работ и практических занятий Специализированная мебель (18 посадочных мест), магнитно-маркерная доска. Мультимедиа проектор, 1 экран. Лабораторные стенды, ИА-001, частотомеры, осциллографы, фазометр, генераторы, Учебно-отладочное устройство «Электроника 580». Персональные компьютеры 8 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
3	511 лабораторный корпус. Учебная лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, для проведения лабораторных работ, лекционных и практических занятий Специализированная мебель (24 посадочных места), магнитно-маркерная доска. Мультимедиа проектор, 1 экран. Лабораторные стенды, базовая станция сотовой связи BS-240, контроллер базовых станций BSC-72, 3 макета ЦРРЛ NECPasolinkv4, TADIRAN, включающих в себя 2 блока наружной установки и 2 блока внутренней установки, радиорелейная станция РРС-1М, радиолиния СРЛ-11, макет «Исследования ИКФ-ОФМ», макет «Исследования ВОЛС», сварочный аппарат для ВОЛС FSU 995 FA, осциллографы, анализаторы спектра, вольтметры, источники питания, генераторы, частотомеры, измерители, прибор для исследования АЧХ. Персональные компьютеры: 8 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)
Методические материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Методические материалы по дисциплине «Цифровые методы в телекоммуникациях»

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ	**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ,** Дмитриев Владимир Тимурович, Заведующий кафедрой РУС	**07.10.26** 16:15 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ	**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ,** Дмитриев Владимир Тимурович, Заведующий кафедрой РУС	**07.10.26** 16:15 (MSK)	Простая подпись