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

Цифровая обработка сигналов в радиоэлектронных системах передачи информации

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Радиоуправления и связи**

Учебный план 11.05.01_26_00.plx
11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Квалификация **инженер**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**9 (5.1)**		**10 (5.2)**		Итого	
Недель	16		16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции	32	32	32	32	64	64
Лабораторные	16	16	16	16	32	32
Иная контактная работа	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5
Итого ауд.	48,25	48,25	48,25	48,25	96,5	96,5
Контактная работа	48,25	48,25	48,25	48,25	96,5	96,5
Сам. работа	51	51	15	15	66	66
Часы на контроль	8,75	8,75	8,75	8,75	17,5	17,5
Итого	108	108	72	72	180	180

г. Рязань

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

Рабочая программа дисциплины
Цифровая обработка сигналов в радиоэлектронных системах передачи информации

разработана в соответствии с ФГОС ВО:
ФГОС ВО - специалитет по специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы (приказ Минобрнауки России от 09.02.2018 г. № 94)

составлена на основании учебного плана:
11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы
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: 20262032 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	Приобретение базовых знаний и умений в области цифровой обработки сигналов в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом, ознакомление с основными принципами проектирования цифровых устройств на микроконтроллерах и сигнальных процессорах и формирование у студентов способности к логическому мышлению, анализу и восприятию информации посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Помехоустойчивые системы передачи информации
2.1.2	Методы помехоустойчивого кодирования в РСПИ
2.1.3	Оконечные устройства радиоэлектронных систем передачи информации
2.1.4	Модемы и кодеки в радиоэлектронных системах передачи информации
2.1.5	Техническая кибернетика
2.1.6	Защита мультимедийного трафика в системах передачи информации
2.1.7	Технологическая практика
2.2	**Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Преддипломная практика
2.2.2	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

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

ПК-4: Способен разрабатывать конструкторскую и организационно-техническую документацию на радиоэлектронные системы и комплексы

ПК-4.2. Разрабатывает и выполняет сопровождение оборудования и программного обеспечения аппаратуры цифровых радиоэлектронных систем и комплексов

Знать

- методы формирования и обработки сигналов в телекоммуникационных системах;
- методы анализа цепей;

Уметь

- разрабатывать модели сигналов и каналов связи;
- составлять структурные схемы устройств на дискретных элементах;

Владеть

- навыками расчёта радиотехнических устройств;
- методами тестирования разработанных структурных схем.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	**Знать:**	
3.1.1	-	методы формирования и обработки сигналов в телекоммуникационных системах;
3.1.2	-	методы анализа цепей;
3.2	**Уметь:**	
3.2.1	-	разрабатывать модели сигналов и каналов связи;
3.2.2	-	составлять структурные схемы устройств на дискретных элементах;
3.3	**Владеть:**	
3.3.1	-	навыками расчёта радиотехнических устройств;
3.3.2	-	методами тестирования разработанных структурных схем.

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. /Тема/	9	0			

1.2	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. /Лек/	9	2		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Лекция
1.3	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. /Ср/	9	2		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Самостоятельная работа
	Раздел 2. Особенности дискретизации, квантования и восстановления сигналов					
2.1	Особенности дискретизации, квантования и восстановления сигналов /Тема/	9	0			
2.2	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. /Лек/	9	4		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Лекция
2.3	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. /Лаб/	9	4		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Лабораторная
2.4	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. /Ср/	9	8		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Самостоятельная работа
	Раздел 3. Обработка сигналов в частотной области					
3.1	Обработка сигналов в частотной области. /Тема/	9	0			
3.2	Дискретное преобразование Фурье, его свойства и особенности практического примене -ния. Быстрое преобразование Фурье (БПФ), его разновидности и особенности практического использования. Вычисление корреляционного интеграла и интерполяция функций с использо-ванием 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. /Лек/	9	4		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Лекция

3.3	Дискретное преобразование Фурье, его свойства и особенности практического примене -ния. Быстрое преобразование Фурье (БПФ), его разновидности и особенности практического использования. Вычисление корреляционного интеграла и интерполяция функций с использо-ванием 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. /Лаб/	9	4		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Лабораторная работа
3.4	Дискретное преобразование Фурье, его свойства и особенности практического примене -ния. Быстрое преобразование Фурье (БПФ), его разновидности и особенности практического использования. Вычисление корреляционного интеграла и интерполяция функций с использо-ванием 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. /Ср/	9	7		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Самостоятельная работа
	Раздел 4. Обработка сигналов во временной области					
4.1	Обработка сигналов во временной области /Тема/	9	0			
4.2	Цифровая фильтрация. Линейные дискретные и цифровые фильтры. Краткие сведения о Z-преобразовании. Передаточные функции дискретных фильтров и их структурные схемы. Ре-ализация дискретных фильтров высокого порядка. Временные и частотные характеристики дискретных фильтров. Устойчивость фильтров. /Лек/	9	5		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Лекция
4.3	Цифровая фильтрация. Линейные дискретные и цифровые фильтры. Краткие сведения о Z-преобразовании. Передаточные функции дискретных фильтров и их структурные схемы. Ре-ализация дискретных фильтров высокого порядка. Временные и частотные характеристики дискретных фильтров. Устойчивость фильтров. /Лаб/	9	4		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Лабораторная работа
4.4	Цифровая фильтрация. Линейные дискретные и цифровые фильтры. Краткие сведения о Z-преобразовании. Передаточные функции дискретных фильтров и их структурные схемы. Ре-ализация дискретных фильтров высокого порядка. Временные и частотные характеристики дискретных фильтров. Устойчивость фильтров. /Ср/	9	7		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Самостоятельная работа
	Раздел 5. Элементы проектирования цифровых фильтров					
5.1	Элементы проектирования цифровых фильтров. /Тема/	9	0			

5.2	Проектирование нерекурсивных фильтров. Разновидности нерекурсивных фильтров. Основные этапы проектирования нерекурсивных фильтров. Формулировка задачи аппроксимации, критерии и основные методы решения задачи аппроксимации. Реализационные характе-ристики фильтров. Сравнение возможностей фильтров с линейной ФЧХ и минимально-фазовых фильтров. Элементы проектирования рекурсивных фильтров. Аппроксимация в про-цессе синтеза рекурсивных фильтров. Определение передаточной функции рекурсивного фильтра. Сравнение методов реализации рекурсивных фильтров. /Лек/	9	5		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Лекция
5.3	Проектирование нерекурсивных фильтров. Разновидности нерекурсивных фильтров. Основные этапы проектирования нерекурсивных фильтров. Формулировка задачи аппроксимации, критерии и основные методы решения задачи аппроксимации. Реализационные характе-ристики фильтров. Сравнение возможностей фильтров с линейной ФЧХ и минимально-фазовых фильтров. Элементы проектирования рекурсивных фильтров. Аппроксимация в про-цессе синтеза рекурсивных фильтров. Определение передаточной функции рекурсивного фильтра. Сравнение методов реализации рекурсивных фильтров. /Ср/	9	8		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Самостоятельная работа
	Раздел 6. Примеры дискретных фильтров и эффекты квантования.					
6.1	Примеры дискретных фильтров и эффекты квантования. /Тема/	9	0			
6.2	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 произве-дений. Анализ шумов в фильтре первого порядка и цифровом резонаторе. Некоторые практи-ческие приложения цифровой фильтрации. Децимация, интерполяция, передискретизация сигналов. /Лек/	9	4		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Лекция
6.3	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 произве-дений. Анализ шумов в фильтре первого порядка и цифровом резонаторе. Некоторые практи-ческие приложения цифровой фильтрации. Децимация, интерполяция, передискретизация сигналов. /Лаб/	9	4		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Лабораторная работа

6.4	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 произве-дений. Анализ шумов в фильтре первого порядка и цифровом резонаторе. Некоторые практи-ческие приложения цифровой фильтрации. Децимация, интерполяция, передискретизация сигналов. /Ср/	9	6		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Самостоятельная работа
	Раздел 7. Цифровая обработка случайных сигналов					
7.1	Цифровая обработка случайных сигналов. /Тема/	9	0			
7.2	Оценка моментов. Непараметрические методы оценки законов распределения. Параметри-ческий метод оценки законов распределения. Аппроксимация экспериментальных распределе-ний. Оценка ковариации. /Лек/	9	4		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Лекция
7.3	Оценка моментов. Непараметрические методы оценки законов распределения. Параметри-ческий метод оценки законов распределения. Аппроксимация экспериментальных распределе-ний. Оценка ковариации. /Ср/	9	7		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Самостоятельная работа
	Раздел 8. Цифровые методы спектрального анализа					
8.1	Цифровые методы спектрального анализа. /Тема/	9	0			
8.2	Цели и классификация методов спектрального анализа. Метод периодограмм. Сглажива-ние спектральных оценок. Основные свойства оконных функций. Линейные модели и расчёт спектральной плотности мощности (СПМ). Определение параметров АР-модели по известной автокорреляционной функции последовательности данных. Определение параметров АР-модели по анализируемым данным. Определение порядка АР-модели. /Лек/	9	4		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Лекция
8.3	Цели и классификация методов спектрального анализа. Метод периодограмм. Сглажива-ние спектральных оценок. Основные свойства оконных функций. Линейные модели и расчёт спектральной плотности мощности (СПМ). Определение параметров АР-модели по известной автокорреляционной функции последовательности данных. Определение параметров АР-модели по анализируемым данным. Определение порядка АР-модели. /Ср/	9	6		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Самостоятельная работа
	Раздел 9. Перенос и преобразование спек-тров дискретных сигналов.					
9.1	Перенос и преобразование спек-тров дискретных сигналов. /Тема/	10	0			
9.2	Задачи преобразования спектров дискретных сигналов в системах ЦОС. Перенос спектров методом цифрового гетеродинирования. Комплексные дискретные сигналы. Перенос спектра и квадратурная обработка узкополосных радиосигналов. Фильтровой способ формирования однополосных дискретных сигналов. Формирование однополосного дискретного сигнала с помощью преобразования Гильберта. /Лек/	10	4		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Лекция

9.3	Задачи преобразования спектров дискретных сигналов в системах ЦОС. Перенос спектров методом цифрового гетеродинирования. Комплексные дискретные сигналы. Перенос спектра и квадратурная обработка узкополосных радиосигналов. Фильтровой способ формирования однополосных дискретных сигналов. Формирование однополосного дискретного сигнала с помощью преобразования Гильберта. /Лаб/	10	4		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Лабораторная работа
9.4	Задачи преобразования спектров дискретных сигналов в системах ЦОС. Перенос спектров методом цифрового гетеродинирования. Комплексные дискретные сигналы. Перенос спектра и квадратурная обработка узкополосных радиосигналов. Фильтровой способ формирования однополосных дискретных сигналов. Формирование однополосного дискретного сигнала с помощью преобразования Гильберта. /Ср/	10	2		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Самостоятельная работа
	Раздел 10. Многоскоростные системы циф-ровой обработки сигналов.					
10.1	Многоскоростные системы циф-ровой обработки сигналов. /Тема/	10	0			
10.2	Определение, классификация, применение. Структура восходящей дискретной системы. Временное и спектральное представление сигналов. Перенос спектров сигналов в ВДС. Шу-мовые характеристики подсистем аналогового вывода с повышением частоты дискретизации. Структура нисходящей дискретной системы. Временное и спектральное представление сигна-лов. Перенос спектров в нисходящих дискретных системах. Применение нисходящих дискрет-ных систем в радиоприёмных устройствах. /Лек/	10	5		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Лекция
10.3	Определение, классификация, применение. Структура восходящей дискретной системы. Временное и спектральное представление сигналов. Перенос спектров сигналов в ВДС. Шу-мовые характеристики подсистем аналогового вывода с повышением частоты дискретизации. Структура нисходящей дискретной системы. Временное и спектральное представление сигна-лов. Перенос спектров в нисходящих дискретных системах. Применение нисходящих дискрет-ных систем в радиоприёмных устройствах. /Ср/	10	3		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Самостоятельная работа
	Раздел 11. Применение методов переноса спектров и передискретизации в многоканальных системах с ча-стотным разделением каналов.					
11.1	Применение методов переноса спектров и передискретизации в многоканальных системах с ча-стотным разделением каналов. /Тема/	10	0			

11.2	Задачи, применения и типы сигналов. Задача, общая структура и методы формирования групповых сигналов. Задача, общая структура и методы частотного разделения групповых сигналов. Разделение групповых сигналов методом переноса спектра при децимации сигна-лов. Разделение групповых сигналов методом цифрового гетеродинирования и квадратурной обработки сигналов. Особенности полосового спектрального анализа. Многоканальные анали-заторы спектра с квадратурной обработкой сигналов. Проектирование гребёнок КИХ филь-тров для систем многоканального полосового анализа-синтеза сигналов. /Лек/	10	5		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Лекция
11.3	Задачи, применения и типы сигналов. Задача, общая структура и методы формирования групповых сигналов. Задача, общая структура и методы частотного разделения групповых сигналов. Разделение групповых сигналов методом переноса спектра при децимации сигна-лов. Разделение групповых сигналов методом цифрового гетеродинирования и квадратурной обработки сигналов. Особенности полосового спектрального анализа. Многоканальные анали-заторы спектра с квадратурной обработкой сигналов. Проектирование гребёнок КИХ филь-тров для систем многоканального полосового анализа-синтеза сигналов. /Лаб/	10	4		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Лабораторная работа
11.4	Задачи, применения и типы сигналов. Задача, общая структура и методы формирования групповых сигналов. Задача, общая структура и методы частотного разделения групповых сигналов. Разделение групповых сигналов методом переноса спектра при децимации сигна-лов. Разделение групповых сигналов методом цифрового гетеродинирования и квадратурной обработки сигналов. Особенности полосового спектрального анализа. Многоканальные анали-заторы спектра с квадратурной обработкой сигналов. Проектирование гребёнок КИХ филь-тров для систем многоканального полосового анализа-синтеза сигналов. /Ср/	10	2		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Самостоятельная работа
	Раздел 12. Особенности построения цифро-вых устройств					
12.1	Особенности построения цифро-вых устройств /Тема/	10	0			
12.2	Устройства ЦОС. Особенности построения аппаратуры обработки сигналов. Устройства с «жёсткой» логикой, устройства с «мягкой» логикой и комбинированные устройства. /Лек/	10	4		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Лекция
12.3	Устройства ЦОС. Особенности построения аппаратуры обработки сигналов. Устройства с «жёсткой» логикой, устройства с «мягкой» логикой и комбинированные устройства. /Ср/	10	2		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Самостоятельная работа
	Раздел 13. Построение устройств с жёсткой логикой.					
13.1	Построение устройств с жёсткой логикой. /Тема/	10	0			

13.2	Примеры цифровых устройств с «жёсткой» логикой. Цифровые синтезаторы частот и сигна -лов. 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. Цифро-вые синтезаторы отсчётов сигнала /Лек/	10	4		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Лекция
13.3	Примеры цифровых устройств с «жёсткой» логикой. Цифровые синтезаторы частот и сигна -лов. 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. Цифро-вые синтезаторы отсчётов сигнала /Лаб/	10	4		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Лабораторная
13.4	Примеры цифровых устройств с «жёсткой» логикой. Цифровые синтезаторы частот и сигна -лов. 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. Цифро-вые синтезаторы отсчётов сигнала /Ср/	10	2		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Самостоятель ная работа
	Раздел 14. Построение микропрограммных устройств					
14.1	Построение микропрограммных устройств /Тема/	10	0			
14.2	Управляющие автоматы с «жёсткой» логикой, программируемой логикой на основе ПЗУ и программируемых логических матрицах. /Лек/	10	6		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Лекция
14.3	Управляющие автоматы с «жёсткой» логикой, программируемой логикой на основе ПЗУ и программируемых логических матрицах. /Ср/	10	2		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Самостоятель ная работа
	Раздел 15. Построение микропроцессорных устройств					
15.1	Построение микропроцессорных устройств /Тема/	10	0			
15.2	Классификация и особенности архитектуры микроконтроллеров и сигнальных процессо-ров. Основные сведения о семействах процессоров ведущих фирм. Область применения мик-ропроцессоров в радиоэлектронике. Порядок проектирования микропроцессорного дискретно-го устройства. Примеры использования микропроцессоров для решения различных задач циф-рой обработки. /Лек/	10	4		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Лекция
15.3	Классификация и особенности архитектуры микроконтроллеров и сигнальных процессо-ров. Основные сведения о семействах процессоров ведущих фирм. Область применения мик-ропроцессоров в радиоэлектронике. Порядок проектирования микропроцессорного дискретно-го устройства. Примеры использования микропроцессоров для решения различных задач циф-рой обработки. /Лаб/	10	4		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Лабораторная работа

15.4	Классификация и особенности архитектуры микроконтроллеров и сигнальных процессо-ров. Основные сведения о семействах процессоров ведущих фирм. Область применения мик-ропроцессоров в радиоэлектронике. Порядок проектирования микропроцессорного дискретно-го устройства. Примеры использования микропроцессоров для решения различных задач циф-рой обработки. /Ср/	10	2		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Самостоятельная работа
	Раздел 16. Промежуточная аттестация					
16.1	Промежуточная Аттестация /Тема/	10	0			
16.2	Сдача зачета /ИКР/	9	0,25		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Сдача зачета
16.3	Подготовка к сдаче зачета /Зачёт/	9	8,75		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Подготовка к сдаче зачета
16.4	Сдача зачета /ИКР/	10	0,25		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Сдача зачета
16.5	Подготовка к сдаче зачета /Зачёт/	10	8,75		Л1.3 Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	Подготовка к сдаче зачета

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлен в виде оценочных материалов и приведен в Приложении.

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

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/ название ЭБС
Л1.1	Столов Е. Л.	Цифровая обработка сигналов. Водяные знаки в аудиофайлах	Санкт-Петербург: Лань, 2021, 176 с.	978-5-8114-3014-7, https://e.lanbook.com/book/169170
Л1.2	Фрейман В. И.	Цифровая обработка сигналов	Пермь: ПНИПУ, 2021, 114 с.	978-5-398-02542-2, https://e.lanbook.com/book/239828
Л1.3	Строгонов А. В.	Цифровая обработка сигналов в базисе программируемых логических интегральных схем	Санкт-Петербург: Лань, 2021, 312 с.	978-5-8114-1981-4, https://e.lanbook.com/book/169152

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/ название ЭБС

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/ название ЭБС
Л3.1	Витязев В.В., Волченков В.А.	Цифровая обработка сигналов: практикум : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2022,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/3456
Л3.2	Лихобабин Е.А., Дряхлов А.А., Мирохин Е.И.	Цифровая обработка сигналов и сигнальные процессоры в СПР: метод. указ. к лаб. работам : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2021,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/2922

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	
Э2	
Э3	

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
LibreOffice	Свободное ПО
OpenOffice	Свободное ПО
Chrome	Свободное ПО

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

1. Иванова В.Е. Цифровая обработка сигналов и сигнальные процессоры [Электронный ре-сурс] : учебное пособие / В.Е. Иванова, А.И. Тяжев. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и ин-форматики, 2017. — 253 c. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/75425.html
2. Солонина А.Л. и др. Цифровая обработка сигналов и MATLAB, СПб.: БХВ-Петербург, 2013, 512 с.
3. Гольденберг Л.М., Матюшкин Б.Д., Поляк М.Н.. Цифровая обработка сигналов. Учебн. По-собие для вузов._ М.: Радио и связь. 1990. 256 с.
4. Езерский В.В., Паршин В.С. Теоретические основы цифровой обработки сигналов. Учеб-ное пособие. / Рязань РГРТА 1996 г.
5. Езерский В.В., Егоров А.В. Дискретизация и квантование сигналов. Методические указа-ния к лабораторным работам./ РГРТА, Рязань, 2012.
6. Езерский В.В., Егоров А.В. Спектральный анализ сигналов. Методические указания к ла-бораторным работам./ РГРТА, Рязань, 2012.
7. Езерский В.В., Егоров А.В. Изучение методов цифрового формирования сигналов: Мето-дические указания к лабораторной работе. / РГРТА, Рязань, 2013 г.

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** 16:31 (MSK) — Простая подпись

ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ — **ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ,** Дмитриев Владимир Тимурович, Заведующий кафедрой РУС — **07.10.26** 16:31 (MSK) — Простая подпись