

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
Проректор по УР
А.В. Корячко

Цифровая обработка сигналов
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Радиотехнических систем**

Учебный план 11.05.01_21_00.rlx
11.05.01 Радиотехнические системы и комплексы

Квалификация **инженер**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	24	24	24	24
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	8	8	8	8
Иная контактная работа	0,25	0,25	0,25	0,25
Итого ауд.	48,25	48,25	48,25	48,25
Контактная работа	48,25	48,25	48,25	48,25
Сам. работа	51	51	51	51
Часы на контроль	8,75	8,75	8,75	8,75
Итого	108	108	108	108

г. Рязань

Программу составил(и):

доц., *Косс Владимир Павлович*

Рабочая программа дисциплины

Цифровая обработка сигналов

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 25.06.2021 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Радиотехнических систем

Протокол от 01.06.2021 г. № 13

Срок действия программы: 2021-2027 уч.г.

Зав. кафедрой Кошелев Виталий Иванович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры
Радиотехнических систем

Протокол от _____ 2022 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры
Радиотехнических систем

Протокол от _____ 2023 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры
Радиотехнических систем

Протокол от _____ 2024 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры

Радиотехнических систем

Протокол от _____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Целью освоения дисциплины является:
1.2	формирование профессиональных знаний и навыков, необходимых для решения задач, связанных с проектной и научно-исследовательской деятельностью специалистов в области анализа и проектирования цифровых радиоэлектронных систем и устройств.
1.3	Задачи освоения дисциплины:
1.4	- изучение принципов представления аналогового сигнала в цифровой форме;
1.5	- изучение методов математического описания цифровых радиотехнических цепей и сигналов во временной и частотной областях;
1.6	- изучение методов анализа временных и частотных характеристик цифровых радиотехнических цепей и сигналов;
1.7	- изучение методов синтеза цифровых фильтров по заданным характеристикам.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Радиоавтоматика
2.1.2	Радиоавтоматика
2.1.3	Радиоавтоматика
2.1.4	Электропреобразовательные устройства
2.1.5	Электропреобразовательные устройства
2.1.6	Электропреобразовательные устройства
2.1.7	Электроника
2.1.8	Электроника
2.1.9	Электроника
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Конструкторская практика
2.2.2	Конструкторская практика
2.2.3	Теория построения энергоэффективных радионавигационных систем и комплексов
2.2.4	Энергосберегающие технологии в радионавигационных системах и комплексах
2.2.5	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.6	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.7	Преддипломная практика
2.2.8	Преддипломная практика
2.2.9	Цифровые приемно-передающие устройства РЭБ
2.2.10	Широкодиапазонные ППМ ФАР
2.2.11	Научно-исследовательская работа
2.2.12	Научно-исследовательская работа
2.2.13	Научно-исследовательская работа
2.2.14	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.15	Научно-исследовательская работа
2.2.16	Научно-исследовательская работа
2.2.17	Научно-исследовательская работа
2.2.18	Преддипломная практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ПК-3: Способен проводить моделирование функциональных узлов радиоэлектронных систем и комплексов	
ПК-3.2. Проводит исследование и моделирование режимов работы элементов радиоэлектронных систем и комплексов	
Знать	
Уметь	
Владеть	

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.2	Уметь:
3.3	Владеть:

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1.					
1.1	Введение в цифровую обработку сигналов. Сигналы и их преобразования при цифровой обработке /Тема/	6	0			
1.2	Общая структурная схема цифровой обработки аналоговых сигналов. Математические модели дискретных сигналов. Спектр дискретных сигналов. связь между спектрами дискретного и аналогового сигналов. Дискретное преобразование Фурье. /Лек/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.3	Дискретизация аналоговых сигналов с финитным спектром. Теорема отсчетов. Характеристики идеального фильтра нижних частот. Дискретизация аналоговых сигналов с неограниченным по частоте спектром. Явление подмены частот при дискретизации. Квантование сигналов по уровню. Шумы квантования. Цифровое кодирование сигналов. /Лек/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.4	Дискретные сигналы /Пр/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.5	Дискретные сигналы /Лаб/	6	4		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	
1.6	Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. Подготовка к зачету. /Ср/	6	10		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.7	Математическое описание и характеристики дискретных систем /Тема/	6	0			
1.8	Методы математического описания линейных дискретных систем во временной области и алгоритмы цифровой фильтрации на их основе. Разностные уравнения, Импульсная характеристика. Дискретная временная свертка. /Лек/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.9	Методы математического описания сигналов дискретных систем на комплексной плоскости (в частотной области). Z-преобразование. Тестовые последовательности дискретных систем. Передаточная функция и частотная характеристика дискретной системы. Связь между $H(z)$ и $h(n)$. /Лек/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.10	Дискретное преобразование Фурье /Пр/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	

1.11	Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к зачету. /Ср/	6	10		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.12	Характеристики и структуры цифровых фильтров /Тема/	6	0			
1.13	Рекурсивные и нерекурсивные цифровые фильтры. Разностные уравнения и структурные схемы цифровых фильтров. Передаточные функции рекурсивных фильтров. Нули и полюса передаточной функции. Критерий устойчивости. Нуль-полюсная форма передаточной функции. /Лек/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.14	Частотные характеристики рекурсивных фильтров. Формы реализации рекурсивных фильтров, параллельная и последовательная (каскадная) формы реализации рекурсивных фильтров. /Лек/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.15	Основные характеристики и свойства (АЧХ, ФЧХ, импульсная и переходная характеристики) БИХ-фильтров 1-го и 2-го порядка. Биквадратный фильтр второго порядка. Нерекурсивные (КИХ) фильтры 1-го и 2-го порядка, основные характеристики и свойства. /Лек/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.16	Дискретные системы /Пр/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.17	Рекурсивные фильтры /Лаб/	6	4		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	
1.18	Нерекурсивные фильтры /Лаб/	6	4		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	
1.19	Биквадратное звено /Лаб/	6	4		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	
1.20	Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. Подготовка к зачету. /Ср/	6	11		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.21	Синтез цифровых фильтров по заданной частотной характеристике /Тема/	6	0			
1.22	Общая методика синтеза рекурсивных фильтров по аналоговому прототипу. Метод билинейного преобразования. /Лек/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.23	Численные методы синтеза цифровых фильтров. Синтез оптимальных КИХ-фильтров численным методом численным методом, полиномы Чебышева. /Лек/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	

1.24	Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Подготовка к зачету. /Ср/	6	10		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.25	Синтез нерекурсивных фильтров по заданной частотной характеристике /Тема/	6	0			
1.26	Синтез КИХ-фильтров методом весовых функций. Прямоугольное окно, эффект Гиббса, D-фактор. /Лек/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.27	Треугольное и обобщенное косинусное окно, семейство косинусных окон. Весовые функции Кайзера. /Лек/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.28	Синтез нерекурсивных фильтров методом частотной выборки. Метод цифровой фильтрации на основе дискретного преобразования Фурье. Алгоритм цифровой фильтрации на основе дискретного преобразования Фурье. /Лек/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.29	Характеристики и структуры цифровых фильтров /Пр/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.30	Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к зачету. /Ср/	6	10		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
Раздел 2. Промежуточная аттестация						
2.1	Подготовка к зачету, иная контактная работа /Тема/	6	0			
2.2	Подготовка к зачету /Зачёт/	6	8,75		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
2.3	Прием зачета /ИКР/	6	0,25		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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	Алан Оппенгейм, Рональд Шафер, Кулешов С. А., Махиянова Е. Б., Орлова Н. Ф.	Цифровая обработка сигналов	Москва: Техносфера, 2012, 1048 с.	978-5-94836-329-5, http://www.iprbookshop.ru/26906.html

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.2	Гольденберг Л.М., Матюшкин Б.Д., Поляк М.Н.	Цифровая обработка сигналов : Учеб.пособие для вузов	М.:Радио и связь, 1990, 256с.	5-256-00678-9, 1
Л1.3	Сергиенко А.Б.	Цифровая обработка сигналов : Учеб.пособие для вузов	СПб.:Питер, 2005, 603с.	5-318-00666-3, 1
Л1.4	Брюханов Ю.А.	Цифровые цепи и сигналы : Учеб.пособие	Ярославль, 2005, 153с.	5-8397-0377-X, 1
Л1.5	Солонина А.И., Улахович Д.А., Арбузов С.М., Соловьева Е.Б.	Основы цифровой обработки сигналов : Учеб.пособие	СПб.:БХВ-Петербург, 2005, 768с.	5-94157-604-8, 1

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Смит С.	Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников	Москва: ДМК Пресс, 2011, 720 с.	978-5-94120-145-7, http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=60986
Л2.2	Федосов В.П., Нестеренко А.К.	Цифровая обработка сигналов в LabVIEW	М.: ДМК Пресс, 2007, 468с.	5-94074-342-0, 1

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Косс В.П., Гришаев Ю.Н.	Комплекс лабораторных работ по ЦОС в среде LabVIEW : метод. указ. к лаб. работам	Рязань, 2019, 56с.	, 1

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Электронно-библиотечная система «Лань», режим доступа – с любого компь-ютера РГРТУ без пароля. – URL: https://e.lanbook.com/			
Э2	Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю. – URL: https://iprbookshop.ru/ .			
Э3	Косс В.П. Дистанционный учебный курс «Цифровая обработка сигналов». Режим доступа:- по паролю учащегося. - http://cdo.rsreu.ru/			

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
Kaspersky Endpoint Security	Коммерческая лицензия
Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО
LibreOffice	Свободное ПО
Chrome	Свободное ПО

Операционная система Windows XP/Vista/7/8/10	Microsoft Imagine: Номер подписки 700102019, бессрочно
Среда инженерно-графического программирования LabView 9	Коммерческая лицензия
Microsoft Office	Коммерческая лицензия
LabView 7.1	Лицензионное ПО
6.3.2 Перечень информационных справочных систем	
6.3.2.1	Система КонсультантПлюс http://www.consultant.ru
6.3.2.2	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (договор об информационной поддержке №1342/455-100 от 28.10.2011 г.)
6.3.2.3	Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ http://www.garant.ru

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	501 лабораторный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий Специализированная мебель (37 посадочных мест) ПК: Intel Celeron CPVJ1800 – 25 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
2	502 лабораторный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий Специализированная мебель (37 посадочных мест) ПК: Intel Celeron CPVJ1800 – 25 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
3	503 лабораторный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий Специализированная мебель (37 посадочных мест) ПК: Intel Celeron CPVJ1800 – 25 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
4	502 лабораторный корпус. Помещение для самостоятельной работы Специализированная мебель (37 посадочных мест), аудиторная доска. ПК: Intel Celeron CPVJ1800 – 25 шт. Возможность подключения к сети «Интернет» и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ.
5	525 Лабораторный корпус.. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная мебель (56 посадочных мест), магнитно-маркерная доска. 1 интерактивный комплект T82/IN124Sta/WTN140-доска IQ Board DVT T082+проектор Infocus IN124STA. ПК: Intel Core i5 /8Gb. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
6	519 Лабораторный корпус. учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, для проведения самостоятельной работы обучающихся. Специализированная мебель (24 посадочных места), доска.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
КАФЕДРЫ**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Кошелев Виталий
Иванович, Заведующий кафедрой РТС**26.09.23** 17:45 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
ВЫПУСКАЮЩЕЙ
КАФЕДРЫ**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Дмитриев Владимир
Тимурович, Заведующий кафедрой РУС**26.09.23** 17:46 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ПРОРЕКТОРОМ ПО УР**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Корячко Алексей
Вячеславович, Проректор по учебной работе**27.09.23** 10:47 (MSK)

Простая подпись