

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 **Телекоммуникаций и основ радиотехники**

Учебный план 09.04.04_23_00.plx
09.04.04 Программная инженерия

Квалификация **магистр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Практические	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.	34,35	34,35	34,35	34,35
Контактная работа	34,35	34,35	34,35	34,35
Сам. работа	83	83	83	83
Часы на контроль	26,65	26,65	26,65	26,65
Итого	144	144	144	144

г. Рязань

Программу составил(и):

д.техн.н., зав. каф., Витязев Владимир Викторович

Рабочая программа дисциплины

Цифровая обработка сигналов

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 09.04.04 Программная инженерия (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 932)

составлена на основании учебного плана:

09.04.04 Программная инженерия

утвержденного учёным советом вуза от 27.01.2023 протокол № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Телекоммуникаций и основ радиотехники

Протокол от 03.05.2023 г. № 8

Срок действия программы: 2023-2025 уч.г.

Зав. кафедрой Витязев Владимир Викторович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры
Телекоммуникаций и основ радиотехники

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
Телекоммуникаций и основ радиотехники

Протокол от _____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Телекоммуникаций и основ радиотехники

Протокол от _____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

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

Телекоммуникаций и основ радиотехники

Протокол от _____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Цель изучения дисциплины — формирование у магистрантов обработки сигналов, создания фильтров для различных видов помех сигнала; применение методов распознавания образов.
1.2	Задачи:
1.3	- формирование четких представлений о фундаментальных положениях теории цифровой обработки сигналов;
1.4	- обучение основам аналитических и численных методов расчета и анализа цифровых преобразователей измерительных сигналов;
1.5	- развитие навыков проектирования цифровых измерительных преобразователей, обработки экспериментальных результатов и их анализа

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.01
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Информационно-поисковые системы
2.2.2	Проектирование рекомендательных систем
2.2.3	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.4	Научно-исследовательская работа (часть 2)

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ПК-6: Способен руководить проектами по созданию, внедрению и использованию одной или нескольких сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта в прикладных областях	
ПК-6.1. Руководит проектами в области сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение»	
Знать принципы построения систем компьютерного зрения, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение»	
Уметь руководить проектами по созданию, внедрению и поддержке систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение»	
Владеть навыками руководства проектами в области сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение»	

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:					
3.1.1	• Частотные, временные и частотно-временные методы анализа сигналов;					
3.1.2	• Свойства спектра дискретных сигналов, методы расчета спектров;					
3.1.3	• Основные характеристики дискретных случайных процессов;					
3.1.4	• Способы описания цифровых четырехполосников, свойства импульсной, передаточной и частотной характеристик;					
3.1.5	• Виды и цифровых фильтров, особенности их функционирования и методы их синтеза;					
3.2	Уметь:					
3.2.1	• Рассчитывать спектры мощности, взаимные спектры, определять корреляцию для регулярных и случайных цифровых сигналов.					
3.2.2	• Синтезировать частотно-селективные и специальные цифровые фильтры.					
3.2.3	• Работать с АЦП и осуществлять оцифровку аналоговых сигналов.					
3.2.4	• Определять характеристики цифровых систем					
3.3	Владеть:					
3.3.1	• Методами спектрально-корреляционного анализа.					
3.3.2	• Методами синтеза цифровых фильтров.					
3.3.3	• Алгоритмами преобразования частоты дискретизации.					
3.3.4	• Методами математического описания дискретных сигналов и дискретных систем.					

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля

	Раздел 1. Общие вопросы теории сигналов. Цифровое представление. Спектральные преобразования. БПФ. Построение модели линейных фильтров. Моделирование помех.					
1.1	Лекции /Тема/	2	0			
1.2	Введение. Общие вопросы теории сигналов. Классификация сигналов. Теорема Котельникова. Дискретизация и квантование сигналов. Спектральные преобразования сигналов. ДПФ и ДПУ. Алгоритм БПФ. Линейные и нелинейные фильтры. Математическое представление линейных фильтров. Вычисление линейной свертки двух сигналов с использованием частотного алгоритма. Помехи. Основные характеристики. Модельное представление помех. /Лек/	2	6	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
1.3	Практические занятия /Тема/	2	0			
1.4	Изучение дискретизации сигналов по теореме Котельникова /Пр/	2	2	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
1.5	Дискретное и быстрое преобразование Фурье. /Пр/	2	2	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
1.6	Вычисление линейной свертки /Пр/	2	2	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
1.7	Изучение стандартных фильтров низких частот. /Пр/	2	2	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
1.8	Изучение стандартных фильтров высоких частот. /Пр/	2	2	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
1.9	Самостоятельная работа /Тема/	2	0			
1.10	Проработка учебного материала лекций /Ср/	2	1,5	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
1.11	Подготовка к лабораторным работам /Ср/	2	3	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы

1.12	Подготовка к рубежному контролю /Ср/	2	2	ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
1.13	Другие виды самостоятельной работы /Ср/	2	2	ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
	Раздел 2. Виды линейных фильтров. Восстановление сигналов. Понятие некорректной задачи. Метод регуляризации. Восстановление сигналов методом Винера и Тихонова					
2.1	Лекции /Тема/	2	0			
2.2	Виды линейных фильтров. Обработка искаженных сигналов с помощью фильтров низких частот с конечной и бесконечной импульсной характеристикой Гаусса и Баттеруорта. Обработка искаженных сигналов с помощью фильтров высоких частот с конечной и бесконечной импульсной характеристикой Гаусса и Баттеруорта. Полосно пропускающие и полосно заграждающие фильтры. Постановка задачи восстановления сигналов. Метод Винера. Применение метода Винера для случая аддитивного независимого шума и линейных искажений, вносимых преобразующими элементами. Понятие некорректной задачи по Адамару. Метод регуляризации Тихонова для решения некорректных задач. Выбор параметра регуляризации. Применение метода Тихонова к восстановлению функции импульсного отклика и сигнала . /Лек/	2	5	ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
2.3	Практические занятия /Тема/	2	0			
2.4	Изучение билатерального фильтра. Изучение фильтра Лапласа. Восстановление искаженных сигналов с помощью адаптивного фильтра Винера. Определение функции импульсного отклика методом регуляризации Тихонова. Восстановление искаженного сигнала методом регуляризации Тихонова. /Пр/	2	5	ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
2.5	Самостоятельная работа /Тема/	2	0			
2.6	Проработка материалов лекций, подготовка к практическим занятиям /Ср/	2	50	ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
	Раздел 3. Удаление помех с использованием нелинейных фильтров. Метод «слепой» деконволюции. Классификация и распознавание образов. Методы разделяющих поверхностей, потенциалов, нейросетей.					

3.1	Лекции /Тема/	2	0			
3.2	Нелинейные фильтры. Использование нелинейных фильтров для сглаживания сигналов и увеличения детальности сигналов. Понятие «слепой» деконволюции. Использование метода «слепой» деконволюции для восстановления смазанных и дефокусированных изображений. Модели цветных изображений. Особенности использования цифровых фильтров для обработки цветных изображений. Распознавание образов. Классификация образов автоматическая и с «учителем». Иерархическая группировка. Отнесение неизвестного объекта к заданному классу. Методы Байеса, разделяющих функций, потенциалов. Нейросетевой подход /Лек/	2	5	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
3.3	Практические занятия /Тема/	2	0			
3.4	Фильтрация импульсных помех. Фильтрация помех с использованием нелинейных сигналов. Скользящая эквализация гистограмм. Восстановление реального изображения методом «слепой» деконволюции. /Пр/	2	1	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
3.5	Самостоятельная работа /Тема/	2	0			
3.6	Подготовка к практическим занятиям, проработка материалов лекций /Ср/	2	24,5	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
Раздел 4. Проведение экзамена						
4.1	Подготовка к экзамену и его проведение /Тема/	2	0			
4.2	Проведение консультации /Кнс/	2	2	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
4.3	Ответы на вопросы студентов /ИКР/	2	0,35	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
4.4	Проведение экзамена /Экзамен/	2	26,65	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине "Цифровая обработка сигналов")

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
Л1.2	Матвеев Ю. Н., Симончик К. К., Тропченко А. Ю., Хитров М. В.	Цифровая обработка сигналов : учебное пособие	Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2013, 166 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/71513.html
Л1.3	Иванова В. Г., Прошечкина Н. В.	Цифровая обработка сигналов : методическая разработка к лабораторным занятиям для студентов-бакалавров дневного и заочного обучения	Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2015, 113 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/73843.html
6.1.2. Дополнительная литература				
№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Гадзиковский В. И.	Цифровая обработка сигналов	Москва: СОЛОН-ПРЕСС, 2017, 766 с.	978-5-91359-117-3, http://www.iprbookshop.ru/90342.html
Л2.2	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
Л2.3	Витязев В.В., Линович А.Ю., Товпенко А.В.	Цифровая обработка сигналов : Метод.указ.к лаб.работам	Рязань, 2003, 32с.	, 1
6.1.3. Методические разработки				
№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Васюков В. Н.	Цифровая обработка сигналов: сборник задач и упражнений : учебное пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018, 76 с.	978-5-7782-3572-4, http://www.iprbookshop.ru/91481.html
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.rsre.ru/ebs/download/2922
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"				
Э1	Электронно-библиотечная система (ЭБС) РГРТУ			

Э2	Электронно-библиотечная система IPRbooks
Э3	Электронно-библиотечная система (ЭБС) "Лань"(вход с сайта РГРТУ)
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
Firefox	Свободное ПО
6.3.2 Перечень информационных справочных систем	
6.3.2.1	Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ http://www.garant.ru
6.3.2.2	Система КонсультантПлюс http://www.consultant.ru
6.3.2.3	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (договор об информационной поддержке №1342/455-100 от 28.10.2011 г.)

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1	108 лабораторный корпус. учебная аудитория для проведения учебных занятий Специализированная мебель (12 посадочных места), магнитно-маркерная доска. Учебно-лабораторные стенды, трансформаторы 3-х фазные, мультиметры цифровые APPA, осциллографы АКИП-4115/3А, генераторы сигналов GRG-3015, автотрансформаторы лабораторные, анемометры Testo 410-1, источники питания НУ3010Е, клещи токоизмерительные, люксометры Testo 540, пирометры АКИП-9301
2	103 лабораторный корпус. учебная аудитория для проведения учебных занятий, компьютерный класс Специализированная мебель (24 посадочных места), магнитно-маркерная доска. Мультимедиа проектор, 1 экран. ПК. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
3	110 лабораторный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель (60 мест), доска.
4	111 лабораторный корпус. учебная аудитория для проведения учебных занятий. Специализированная мебель (60 посадочных мест). Учебно-лабораторные стенды, трансформаторы 3-х фазные, мультиметры цифровые APPA, осциллографы АКИП-4115/3А, генераторы сигналов GRG-3015, автотрансформаторы лабораторные, Мультимедиа проектор, 1 экран. ПК. магнито-маркерная доска

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)
Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Методическое обеспечение дисциплины "Цифровая обработка сигналов"")

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
КАФЕДРЫ**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Витязев Владимир
Викторович, Заведующий кафедрой ТОР**08.06.23** 09:38 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
ВЫПУСКАЮЩЕЙ
КАФЕДРЫ**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Овечкин Геннадий
Владимирович, Заведующий кафедрой ВПМ**13.06.23** 07:48 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ПРОРЕКТОРОМ ПО УР**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Корячко Алексей
Вячеславович, Проректор по учебной работе**13.06.23** 09:17 (MSK)

Простая подпись