

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 и сигнальные
процессоры в СПР**
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Телекоммуникаций и основ радиотехники
Учебный план	11.03.02_23_00.plx 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
Квалификация	бакалавр
Форма обучения	очная
Общая трудоемкость	5 ЗЕТ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		8 (4.2)		Итого	
	Неделя		8			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	8	8	24	24
Лабораторные	16	16			16	16
Практические			24	24	24	24
Иная контактная работа	0,55	0,55	0,35	0,35	0,9	0,9
Консультирование перед экзаменом и практикой			2	2	2	2
Итого ауд.	32,55	32,55	34,35	34,35	66,9	66,9
Контактная работа	32,55	32,55	34,35	34,35	66,9	66,9
Сам. работа	15	15	38	38	53	53
Часы на контроль	8,75	8,75	35,65	35,65	44,4	44,4
Письменная работа на курсе	15,7	15,7			15,7	15,7
Итого	72	72	108	108	180	180

г. Рязань

Программу составил(и):

д.техн.н., зав. каф., Витязев Владимир Викторович; к.т.н., доц., Лихобабин Евгений Александрович

Рабочая программа дисциплины

Цифровая обработка сигналов и сигнальные процессоры в СПР

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 28.04.2023 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Телекоммуникаций и основ радиотехники

Протокол от 03.05.2023 г. № 8

Срок действия программы: 2023-2027 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	Целью освоения дисциплины являются формирование у студентов знаний современных методов, алгоритмов и технологий цифровой обработки сигналов (ЦОС), а также навыков их использования при построении телекоммуникационных систем и средств связи с подвижными объектами. Эта цель достигается изучением теории, методов и алгоритмов многоскоростной и адаптивной обработки сигналов, а также вейвлет-преобразования и их реализации в реальном времени на сигнальных процессорах.
1.2	Основные задачи освоения учебной дисциплины:
1.3	- определить предмет и задачи информационных технологий реального времени (цифровой обработки сигналов) применительно к средствам связи с подвижными объектами;
1.4	- заложить основы теории построения банков фильтров с использованием многоскоростной обработки сигналов;
1.5	- изложить методику решения задачи оптимизации параметров многоступенчатых структур банков фильтров;
1.6	- заложить основы теории адаптивной обработки сигналов и ее применения в телекоммуникационных системах;
1.7	- дать представление о вейвлет-преобразовании и его применении в телекоммуникационных системах;
1.8	- дать развернутое описание архитектуры и языка программирования современных встраиваемых гетерогенных процессоров.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Основы цифровой модуляции и кодирования
2.1.2	Технологическая (проектно-технологическая) практика
2.1.3	Современные методы кодирования и модуляции
2.1.4	Цифровая обработка сигналов
2.1.5	Электромагнитные поля и волны
2.1.6	Основы программирования микропроцессорной техники
2.1.7	Вычислительная техника и информационные технологии
2.1.8	Интеллектуальные сети
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

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, оборудованию и программного обеспечения	
Знать методы и алгоритмы цифровой частотной селекции сигналов	
Уметь проектировать устройства цифровой частотной селекции сигналов, в том числе на цифровых сигнальных процессорах	
Владеть навыками эффективного программирования устройств цифровой частотной селекции сигналов	

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	основы сетевых технологий, нормативно-техническую документацию, требования технических регламентов, международные и национальные стандарты в области качественных показателей работы инфокоммуникационного оборудования
3.2	Уметь:
3.2.1	работать с программным обеспечением, используемым при обработке информации инфокоммуникационных систем и их составляющих
3.3	Владеть:
3.3.1	запуска и наладки аппаратной и программной частей сетевых платформ и узлов пакетной передачи данных

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

	Раздел 1. Цифровая обработка сигналов и сигнальные процессоры в СПР					
1.1	Цифровые системы частотной селекции на основе многоскоростной обработки сигналов /Тема/	7	0			
1.2	Цифровые системы частотной селекции на основе многоскоростной обработки сигналов /Лек/	7	4	ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
1.3	Цифровые системы частотной селекции на основе многоскоростной обработки сигналов /Лаб/	7	8	ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
1.4	Цифровые системы частотной селекции на основе многоскоростной обработки сигналов /Ср/	7	5	ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
1.5	Адаптивная обработка сигналов и ее применение в системах телекоммуникаций /Тема/	7	0			
1.6	Адаптивная обработка сигналов и ее применение в системах телекоммуникаций /Лек/	7	8	ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
1.7	Адаптивная обработка сигналов и ее применение в системах телекоммуникаций /Лаб/	7	8	ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
1.8	Адаптивная обработка сигналов и ее применение в системах телекоммуникаций /Ср/	7	5	ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
1.9	Введение в ЦОС с применением вейвлет-преобразования /Тема/	7	0			

1.10	Введение в ЦОС с применением вейвлет-преобразования /Лек/	7	4	ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
1.11	Введение в ЦОС с применением вейвлет-преобразования /Ср/	7	5	ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
1.12	Курсовой проект /Тема/	7	0			
1.13	Курсовой проект /ИКР/	7	0,3	ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
1.14	Курсовой проект /КПКР/	7	15,7	ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
1.15	Зачет /Тема/	7	0			
1.16	Зачет /ИКР/	7	0,25	ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
1.17	Зачет /Зачёт/	7	8,75	ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
1.18	Встраиваемые гетерогенные процессоры в системах подвижной связи. /Тема/	8	0			

1.19	Встраиваемые гетерогенные процессоры в системах подвижной связи. /Лек/	8	8	ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
1.20	Встраиваемые гетерогенные процессоры в системах подвижной связи. /Пр/	8	24	ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
1.21	Встраиваемые гетерогенные процессоры в системах подвижной связи. /Ср/	8	38	ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
1.22	Экзамен /Тема/	8	0			
1.23	Экзамен /Кнс/	8	2	ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
1.24	Экзамен /ИКР/	8	0,35	ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольные вопросы
1.25	Экзамен /Экзамен/	8	35,65	ПК-2.3-3 ПК-2.3-У ПК-2.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 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 и сигнальные процессоры в СПР»»).

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	Джиган В. И.	Адаптивная фильтрация сигналов : теория и алгоритмы	Москва: Техносфера, 2013, 528 с.	978-5-94836-342-4, http://www.iprbookshop.ru/26889.html
Л1.2	Витязев В.В., Зайцев А.А.	Основы многоскоростной обработки сигналов : Учеб.пособие	Рязань, 2005, 124с.	, 1
Л1.3	Витязев В.В., Зайцев А.А.	Основы многоскоростной обработки сигналов : Учеб.пособие	Рязань, 2006, 104с.	, 1
Л1.4	Гусинская Е.И., Зайцев А.А.	Банки цифровых фильтров : Учеб.пособие	Рязань, 2007, 64с.	, 1
Л1.5	Солонина А.И., Клионский Д.М., Меркучева Т.В., Перов С.Н.	Цифровая обработка сигналов и MATLAB : учеб. пособие	СПб.: БХВ-Петербург, 2013, 512с.+CD-ROM	978-5-9775-0919-0, 1
Л1.6	Витязев В.В.	Многоскоростная обработка сигналов	М.: Горячая линия - Телеком, 2018, 336с.; ил.	978-5-9912-0636-5, 1
Л1.7	Бугров В. Н., Ивлев Д. Н., Шкелёв Е. И.	Цифровая обработка сигналов с применением цифровых сигнальных процессоров : электронное учебно-методическое пособие	Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2012, 84 с.	, https://e.lanbook.com/book/152909
Л1.8	Витязев В. В.	Цифровые цепи и сигналы : учебное пособие	Рязань: РГРТУ, 2012, 136 с.	, https://e.lanbook.com/book/168281
6.1.2. Дополнительная литература				
№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	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
Л2.2	Щетинин Ю. И.	Анализ и обработка сигналов в среде MATLAB : учебное пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011, 115 с.	978-5-7782-1807-9, http://www.iprbookshop.ru/44896.html

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.3	Витязев В.В.	Цифровые цепи и сигналы : учеб. пособие	Рязань, 2012, 236 с.	, 1

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Витязев В.В., Линович А.Ю., Никишкин П.Б.	Современные методы цифровой обработки сигналов. Ч.1 : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2018,	, https://elib.rsre.ru/ebs/download/1853
Л3.2	Витязев В.В., Линович А.Ю., Никишкин П.Б.	Современные методы цифровой обработки сигналов. Ч.2 : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2018,	, https://elib.rsre.ru/ebs/download/1854

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Электронно-библиотечная система (ЭБС) РГРТУ
Э2	Электронно-библиотечная система (ЭБС) "Лань"
Э3	Электронно-библиотечная система (ЭБС) "IPRbooks" (IPRbookshop.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
Операционная система Windows	Коммерческая лицензия
Kaspersky Endpoint Security	Коммерческая лицензия
Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО
LibreOffice	Свободное ПО
MATLAB	Коммерческая лицензия
Simulink	Коммерческая лицензия
Communications Blockset (Transitioned)	Коммерческая лицензия
Communications System Toolbox	Коммерческая лицензия
DSP System Toolbox	Коммерческая лицензия
Filter Design Toolbox (Transitioned)	Коммерческая лицензия
Fixed-Point Designer	Коммерческая лицензия
Signal Processing Toolbox	Коммерческая лицензия

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	423 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель (80 мест), 1 мультимедиа проектор, 1 экран, 1 компьютер, доска
2	422 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, лабораторных работ, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель (30 посадочных мест), стенды для проведения лабораторных работ, магнитно-маркерная доска, экран. Мультимедиа проектор (Epson), 1 экран. ПК: Intel Core i5 8400/8Gb – 1 шт. ПК: Core i5 3470/4Gb – 10 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Методические указания дисциплины «Цифровая обработка сигналов и сигнальные процессоры в СПР»»).

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 10:00 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Витязев Владимир Викторович, Заведующий кафедрой ТОР	08.06.23 10:00 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ПРОРЕКТОРОМ ПО УР	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Корячко Алексей Вячеславович, Проректор по учебной работе	08.06.23 10:27 (MSK)	Простая подпись