

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

**Технологии мобильных сетей связи нового
поколения**

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Телекоммуникаций и основ радиотехники**

Учебный план 11.04.02_24_00.plx
11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Квалификация **магистр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,25	0,25	0,25	0,25
Итого ауд.	32,25	32,25	32,25	32,25
Контактная работа	32,25	32,25	32,25	32,25
Сам. работа	103	103	103	103
Часы на контроль	8,75	8,75	8,75	8,75
Итого	144	144	144	144

г. Рязань

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Овинников Алексей Анатольевич

Рабочая программа дисциплины

Технологии мобильных сетей связи нового поколения

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 958)

составлена на основании учебного плана:

11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
утвержденного учёным советом вуза от 26.01.2024 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Телекоммуникаций и основ радиотехники

Протокол от 03.04.2024 г. № 4

Срок действия программы: 2024-2026 уч.г.

Зав. кафедрой Витязев Владимир Викторович

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 _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

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

Телекоммуникаций и основ радиотехники

Протокол от _____ 2028 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Цель изучения дисциплины: подготовка студента к решению типовых задач, связанных с применением новых технологий, в частности, таких как OFDM, MIMO, частотное объединение (агрегирование) и гетерогенные сети, которые широко используются или только внедряются в современных инфокоммуникационных системах.
1.2	Задача освоения дисциплины – подготовка профессионалов, способных решать задачи, связанные с разработкой, внедрением и эксплуатацией перспективных устройств и систем связи нового поколения распределены между двумя ее модулями.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Проектирование цифровых РРЛ и ССП
2.1.2	Системы широкополосного радиодоступа
2.1.3	Методы первичного кодирования в телекоммуникациях
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.2	Научно-производственная практика
2.2.3	Преддипломная практика
2.2.4	Производственная практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ПК-2: Способен осуществлять надзор за соблюдением требований утвержденной проектной документации и контроль выполненных работ	
ПК-2.2. Применяет современные технологии, в том числе специализированного программного обеспечения для решения задач проектирования телекоммуникационных систем и сетей	
Знать современные технологии, в том числе специализированное программное обеспечение для решения задач проектирования телекоммуникационных систем и сетей Уметь применять современные технологии, в том числе специализированное программное обеспечение для решения задач проектирования телекоммуникационных систем и сетей Владеть навыками работы в специализированном программном обеспечении для решения задач проектирования телекоммуникационных систем и сетей	

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	- методы системного и критического анализа;
3.1.2	- методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации.
3.2	Уметь:
3.2.1	- применять методики поиска, сбора и обработки информации;
3.2.2	- осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; - применять системный подход для решения поставленных задач.
3.3	Владеть:
3.3.1	- методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций;
3.3.2	- методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Технологии мобильных сетей связи нового поколения					
1.1	Введение и основные положения по дисциплине /Тема/	3	0			

1.2	Введение и основные положения по дисциплине /Лек/	3	2	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.3	Введение и основные положения по дисциплине /Пр/	3	2	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.4	Введение и основные положения по дисциплине /Ср/	3	13	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.5	Технология ортогонального частотного разделения с мультиплексированием (OFDM) /Тема/	3	0			
1.6	Технология ортогонального частотного разделения с мультиплексированием (OFDM) /Лек/	3	3	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.7	Технология ортогонального частотного разделения с мультиплексированием (OFDM) /Пр/	3	3	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.8	Технология ортогонального частотного разделения с мультиплексированием (OFDM) /Ср/	3	18	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.9	Каналы с множеством входов и выходов (MIMO) /Тема/	3	0			
1.10	Каналы с множеством входов и выходов (MIMO) /Лек/	3	3	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.11	Каналы с множеством входов и выходов (MIMO) /Пр/	3	3	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.12	Каналы с множеством входов и выходов (MIMO) /Ср/	3	18	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.13	Агрегирование частот /Тема/	3	0			
1.14	Агрегирование частот /Лек/	3	3	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.15	Агрегирование частот /Пр/	3	3	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы

1.16	Агрегирование частот /Ср/	3	18	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.17	Гетерогенные сети /Тема/	3	0			
1.18	Гетерогенные сети /Лек/	3	3	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.19	Гетерогенные сети /Пр/	3	3	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.20	Гетерогенные сети /Ср/	3	18	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.21	Перспективные технологии связи /Тема/	3	0			
1.22	Перспективные технологии связи /Лек/	3	2	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.23	Перспективные технологии связи /Пр/	3	2	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.24	Перспективные технологии связи /Ср/	3	18	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.25	Зачёт и консультация /Тема/	3	0			
1.26	Зачёт и консультация /ИКР/	3	0,25	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.27	Зачёт и консультация /ЗаО/	3	8,75	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Технологии мобильных сетей связи нового поколения»»).

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
---	---------------------	----------	----------------------	--------------------------------

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Берлин, А. Н.	Высокоскоростные сети связи : учебное пособие	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024, 451 с.	978-5-4497-2393-2, https://www.iprbookshop.ru/133937.html
Л1.2	Дмитриев В.Т.	Сети связи : учеб. пособие для вузов	Москва: Горячая линия - Телеком, 2023, 144с.	978-5-9912-1055-3, 1

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Носов В. И.	Методы повышения помехоустойчивости систем радиосвязи с использованием технологии ММО и пространственно-временной обработки сигнала : монография	Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2014, 316 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/40536.html
Л2.2	Крейнделин В. Б., Панкратов Д. Ю.	Применение технологии ММО в системах радиосвязи : учебно-методическое пособие	Москва: Московский технический университет связи и информатики, 2015, 32 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/61526.html
Л2.3	Власов В. А.	OFDM в современных технологиях связи. Выбор параметров OFDM сигнала : учебное пособие	Москва: Московский технический университет связи и информатики, 2012, 17 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/63309.html
Л2.4	Шинаков Ю. С.	Формирование и обработка сигнала в системах мобильной связи с технологией OFDM (имитационное моделирование в системе MATLAB&SIMULINK) (MatLab 2011a) : практикум	Москва: Московский технический университет связи и информатики, 2014, 22 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/63369.html
Л2.5	Маглицкий Б. Н.	Основы технологии OFDM : учебное пособие	Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017, 115 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/74673.html

6.1.3. Методические разработки

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

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
ЛЗ.1	Паршин Ю.Н.	Пространственные формирование и обработка сигналов : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2017,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/675

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Система дистанционного обучения ФГБОУ ВО «РГРТУ», режим доступа. - http://edo.rsreu.ru/
Э2	Сайт Экспонента: http://exponenta.ru/
Э3	Единое окно доступа к образовательным ресурсам: http://window.edu.ru/
Э4	Интернет Университет Информационных Технологий: http://www.intuit.ru/
Э5	Электронно-библиотечная система «IPRbooks» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю. – URL: https://iprbookshop.ru/ .
Э6	Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю. – URL: https://www.e.lanbook.com
Э7	Электронная библиотека РГРТУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: из корпоративной сети РГРТУ – по паролю. – URL: http://elib.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
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	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (договор об информационной поддержке №1342/455-100 от 28.10.2011 г.)
6.3.2.2	Система КонсультантПлюс http://www.consultant.ru
6.3.2.3	Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ http://www.garant.ru

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

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Методические указания дисциплины «Технологии мобильных сетей связи нового поколения»»).	ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Битязев Владимир Викторович, Заведующий кафедрой ТОР 30.08.24 13:55 (MSK) Простая подпись
	ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Дмитриев Владимир Тимурович, Заведующий кафедрой РУС 30.08.24 14:04 (MSK) Простая подпись
	ПОДПИСАНО НАЧАЛЬНИКОМ УРОП ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Ерзылёва Анна Александровна, Начальник УРОП 30.08.24 14:09 (MSK) Простая подпись