

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 z11.04.02_24_00.plx
11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Квалификация **магистр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	2		Итого	
	уп	рп		
Вид занятий				
Лекции	4	4	4	4
Практические	4	4	4	4
Иная контактная работа	0,25	0,25	0,25	0,25
Итого ауд.	8,25	8,25	8,25	8,25
Контактная работа	8,25	8,25	8,25	8,25
Сам. работа	122	122	122	122
Часы на контроль	3,75	3,75	3,75	3,75
Контрольная работа заочники	10	10	10	10
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: 2024-2027 уч.г.

Зав. кафедрой Витязев Владимир Викторович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 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	
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-исследовательская работа (часть 3)
2.2.3	Преддипломная практика
2.2.4	Производственная практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ПК-1: Способен использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы с целью совершенствования и создания новых перспективных инфокоммуникационных систем	
ПК-1.1. Формирует план развития сети связи	
Знать Современные технологии проектирования мобильных сетей связи	
Уметь Оценивать сильные и слабые стороны в плане развития сети связи	
Владеть Навыком планирования развития сети связи на основе прогноза развития	
ПК-1.2. Вырабатывает и внедряет решения по оптимизации сети связи	
Знать Способы оптимизации мобильных сетей связи	
Уметь Проводить оптимизацию мобильных сетей связи	
Владеть Навыком оптимизации мобильных сетей связи	

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/	2	0			
1.2	Введение и основные положения по дисциплине /Лек/	2	0,5	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.3	Введение и основные положения по дисциплине /Пр/	2	0,5	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.4	Введение и основные положения по дисциплине /Ср/	2	12	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.5	Технология ортогонального частотного разделения с мультиплексированием (OFDM) /Тема/	2	0			
1.6	Технология ортогонального частотного разделения с мультиплексированием (OFDM) /Лек/	2	1	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.7	Технология ортогонального частотного разделения с мультиплексированием (OFDM) /Пр/	2	0,75	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.8	Технология ортогонального частотного разделения с мультиплексированием (OFDM) /Ср/	2	22	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.9	Каналы с множеством входов и выходов (MIMO) /Тема/	2	0			
1.10	Каналы с множеством входов и выходов (MIMO) /Лек/	2	1	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.11	Каналы с множеством входов и выходов (MIMO) /Пр/	2	0,75	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы

1.12	Каналы с множеством входов и выходов (ММО) /Ср/	2	22	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.13	Агрегирование частот /Тема/	2	0			
1.14	Агрегирование частот /Лек/	2	0,5	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.15	Агрегирование частот /Пр/	2	0,75	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.16	Агрегирование частот /Ср/	2	22	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.17	Гетерогенные сети /Тема/	2	0			
1.18	Гетерогенные сети /Лек/	2	0,5	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.19	Гетерогенные сети /Пр/	2	0,75	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.20	Гетерогенные сети /Ср/	2	22	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.21	Перспективные технологии связи /Тема/	2	0			
1.22	Перспективные технологии связи /Лек/	2	0,5	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы

1.23	Перспективные технологии связи /Пр/	2	0,5	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.24	Перспективные технологии связи /Ср/	2	22	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.25	Контрольная работа /Тема/	2	0			
1.26	Контрольная работа /КрЗ/	2	10	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.27	Зачёт и консультация /Тема/	2	0			
1.28	Зачёт и консультация /ИКР/	2	0,25	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы
1.29	Зачёт и консультация /ЗаО/	2	3,75	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.1 Л2.3Л3.1 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
Л1.1	Дмитриев В.Т.	Сети связи: учеб. пособие для вузов : Учебное пособие	Рязань: Горячая линия - Телеком, 2023,	, https://elibrsr.eu.ru/ebs/download/3867
Л1.2	Дмитриев В.Т.	Сети связи : учеб. пособие для вузов	Москва: Горячая линия - Телеком, 2023, 144с.	978-5-9912-1055-3, 1

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.3	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

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	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
Л2.2	Носов В. И.	Методы повышения помехоустойчивости систем радиосвязи с использованием технологии MIMO и пространственно-временной обработки сигнала : монография	Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2014, 316 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/40536.html
Л2.3	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
Л2.4	Крейнделин В. Б., Панкратов Д. Ю.	Применение технологии MIMO в системах радиосвязи : учебно-методическое пособие	Москва: Московский технический университет связи и информатики, 2015, 32 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/61526.html
Л2.5	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

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Паршин Ю.Н.	Пространственное формирование и обработка сигналов : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2017,	, https://elib.rsr.eu.ru/ebs/download/675

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"	
Э1	Система дистанционного обучения ФГБОУ ВО «РГРТУ», режим доступа. - http://cdo.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	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 «Технологии мобильных сетей связи нового поколения»»).	

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
КАФЕДРЫ**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Витязев Владимир
Викторович, Заведующий кафедрой ТОР**30.08.24** 14:16 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
ВЫПУСКАЮЩЕЙ
КАФЕДРЫ**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Дмитриев Владимир
Тимурович, Заведующий кафедрой РУС**30.08.24** 14:19 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
НАЧАЛЬНИКОМ УРОП**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Ерзылёва Анна
Александровна, Начальник УРОП**30.08.24** 14:51 (MSK)

Простая подпись