

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

<b>Код модуля</b>	<b>Модуль</b>
1156063	Технологии мобильной связи пятого поколения

**Екатеринбург**

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Инфокоммуникационные технологии и системы связи	<b>Код ОП</b> 1. 11.03.02/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Инфокоммуникационные технологии и системы связи	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 11.03.02

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Ремизов Дмитрий Владимирович	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	Департамент радиоэлектроники и связи
2	Саблина Наталья Григорьевна	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	Департамент радиоэлектроники и связи

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Технологии мобильной связи пятого поколения

## 1.1. Аннотация содержания модуля

В рамках модуля-дисциплины изучается архитектура сетей пятого поколения. Уделено внимание вопросам, связанным с уплотнением и разделением каналов, методам модуляции сигналов, методам помехоустойчивого кодирования используемых в сетях 5G. Изучается организация эфирного интерфейса. Рассмотрены сценарии применения, QoS, развитие стандарта с R15 и выше. Студенты знакомятся предпосылками развития сетей 6G, направлениями исследований стандартов следующих поколений. Изучение дисциплины направлено на усвоение студентами основных принципов построения современных стандартов систем подвижной радиосвязи.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Технологии мобильной связи пятого поколения	3
ИТОГО по модулю:		3

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Основы теории систем мобильной связи
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Технологии мобильной связи пятого поколения	ОПК-4 - Способен разрабатывать элементы технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических,	3-2 - Изложить основные принципы разработки элементов технических объектов, систем и технологических процессов 3-3 - Характеризовать роль экономических, экологических, социальных ограничений в разработке элементов технических

<p>экологических, социальных ограничений</p>	<p>объектов, систем и технологических процессов</p> <p>У-1 - Оценить взаимосвязь разрабатываемого элемента с техническим объектом, системой или технологическим процессом в целом</p> <p>У-2 - Обосновать целесообразность предложенного варианта разработки элемента технического объекта, системы или технологического процесса с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>У-3 - Использовать информационные технологии для моделирования, расчета и проектирования элемента технического объекта, системы или технологического процесса</p> <p>П-1 - Выполнить разработку заданного элемента технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>
<p>ПК-2 - Способен эксплуатировать и развивать сети радиодоступа</p>	<p>З-1 - Изложить особенности технологий работы сетей радиодоступа</p> <p>З-2 - Описать методы анализа качественных показателей работы сетей радиодоступа как на основе данных статистики, так и на основе радиоизмерений</p> <p>З-4 - Различать стандарты систем сотовой связи</p> <p>З-5 - Описать структуру, состав и назначение основных подсистем системы сотовой связи</p> <p>З-9 - Сделать обзор методов анализа качественных показателей работы радиоподсистемы как на основе данных статистики, так и на основе радиоизмерений</p> <p>У-7 - Применять методы алгоритмического и математического моделирования при выполнении расчетов параметров и режимов функционирования сетей и систем</p> <p>П-6 - Разрабатывать рекомендации по оптимизации использования ресурсов сети радиодоступа (радиопокрытия, частотно-</p>

		территориального плана и топологии сети радиодоступа)
	<p>ПК-4 - Способен осуществлять проектирование сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ</p>	<p>З-4 - Сформулировать современные требования по производительности, доступности, безопасности, масштабируемости, интеграции технологий, управляемости систем связи (телекоммуникаций)</p> <p>З-5 - Сделать обзор современных технических решений создания объектов и систем связи (телекоммуникационных систем) и ее компонентов, новейшее оборудование и программное обеспечение</p> <p>У-3 - Определять задачи, решаемые с помощью объекта, системы связи (телекоммуникационной системы) и ожидаемых результатов его использования</p> <p>У-4 - Формулировать требования к объекту, системе связи (телекоммуникационной системе)</p> <p>У-6 - Осуществить сравнительный анализ вариантов концепций объекта, системы связи (телекоммуникационной системы), определение рисков, связанных с реализацией различных вариантов</p> <p>У-9 - Анализировать показатели текущего состояния сети</p> <p>П-11 - Разрабатывать основные технические требования для строительства, модернизации и оптимизации базовых станций</p> <p>П-12 - Определять конфигурацию базовых станций связи на выбранном объекте и подготавливать необходимую документацию</p> <p>П-13 - Разрабатывать рекомендации по повышению эффективности сетей связи</p>

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной и заочной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Технологии мобильной связи пятого**  
**поколения**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Ремизов Дмитрий Владимирович	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподавателе ль	Департамент радиоэлектроники и связи

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Радиоэлектроники и информационных технологий - РТФ**

Протокол № 7 от 11.10.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Ремизов Дмитрий Владимирович, Старший преподаватель, Департамент радиоэлектроники и связи

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Основы построения сетей 5G	Сетевая архитектура, Архитектура БС. Интерфейсы.
2	Радиоинтерфейс 5G	Нумерология. Ресурсные блоки, модуляция, разделение абонентов
3	Работа восходящей и нисходящей линии связи в 5G	Сигналы UL, DL, схема передачи информации в DL, UL, системная информация, измерения и MR.
4	Услуги в 5G	VoNR, определение местоположения, QoS
5	Основы планирования и оптимизации сетей 5G	Планирование соседей, расчет максимальной пропускной способности

## 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к	ПК-4 - Способен осуществлять проектирование сетей, сооружений	3-4 - Сформулировать современные требования по

		самостоятельной успешной профессиональной деятельности	и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ	производительности, доступности, безопасности, масштабируемости, интеграции технологий, управляемости систем связи (телекоммуникаций)
--	--	--	---	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## **2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Технологии мобильной связи пятого поколения**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. Райфельд, М. А.; Основы построения современных систем сотовой связи : учебник.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/91273.html> (Электронное издание)
2. Берлин, А. Н.; Сотовые системы связи : учебное пособие.; Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, Москва, Саратов; 2020; <http://www.iprbookshop.ru/89475.html> (Электронное издание)

#### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

<https://www.3gpp.org>

<https://www.5gamericas.org>

<http://tc194.ru>

<https://www.nokia.com/networks/5g/>

<https://www.gsma.com>

[https://www.rohde-schwarz.com/ru/solutions/test-and-measurement/wireless-communication/cellular-standards/5g-resources\\_254860.html](https://www.rohde-schwarz.com/ru/solutions/test-and-measurement/wireless-communication/cellular-standards/5g-resources_254860.html)

[https://sut.ru/doci/nauka/1AEA/DS\\_Fokin/Fokin\\_GA\\_dissertaziya.pdf](https://sut.ru/doci/nauka/1AEA/DS_Fokin/Fokin_GA_dissertaziya.pdf)

[https://www.sut.ru/doci/nauka/1AEA/DS\\_Moltchanov/Moltchanov\\_DA\\_dissertaciya.pdf](https://www.sut.ru/doci/nauka/1AEA/DS_Moltchanov/Moltchanov_DA_dissertaciya.pdf)

[http://lib.sut.ru/jirbis2\\_spbgut/components/com\\_irbis/pdf\\_view/814759](http://lib.sut.ru/jirbis2_spbgut/components/com_irbis/pdf_view/814759)

## Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

## Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<https://digital.gov.ru/ru/documents/>

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Технологии мобильной связи пятого поколения

### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет Проектор	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Matlab+Simulink Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES 5G Toolbox