

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

Код модуля	Модуль
1160145	Беспроводные сети нового поколения Wi-Fi 6

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Инженерия радиоэлектронных средств и систем	<b>Код ОП</b> 1. 11.04.01/33.02
<b>Направление подготовки</b> 1. Радиотехника	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 11.04.01

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	Папуловская Наталья Владимировна	кандидат педагогических наук, без ученого звания	Доцент	информационных технологий и систем управления
2	Шабунин Сергей Николаевич	д.т.н., доцент	Заведующий кафедрой	радиоэлектроники и телекоммуникаций

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Беспроводные сети нового поколения Wi-Fi 6

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Курс направлен на изучение основных принципов работы и функционирования беспроводных системы передачи данных нового поколения Wi-Fi 6. Материал курса позволяет, с одной стороны, понять базовые принципы и основы беспроводных систем передачи данных, а с другой стороны, углубить уже имеющиеся специальные навыки в работе с ними. В рамках модуля изучаются характеристики информационных сигналов, шумов, помех, каналов связи, условия распространения электромагнитных волн, антенно-фидерные устройства; особенности построения и поддержки локальный беспроводных сетей передачи данных, планирование сетей, моделирование сетей, прогнозирование работы сетей; основные положения стандарта IEEE 802.11 и в особенности IEEE 802.11ax (Wi-Fi 6). Основной акцент делается на практико-ориентированное обучение. Результатом освоения дисциплины является способность развертывания и администрирования сети Wi-Fi 6. Курс реализуется в соответствии с программой сертификации Huawei HCIA.

## 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	Беспроводные сети нового поколения Wi-Fi 6	3
ИТОГО по модулю:		3

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
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
Беспроводные сети нового поколения Wi-Fi 6	ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к	3-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности

	<p>профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p>	<p>У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p> <p>П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p>
	<p>ПК-9 - Способен проектировать радиотехнические устройства, приборы, системы и комплексы с учетом заданных требований</p>	<p>З-1 - Классифицировать технические характеристики радиотехнических устройств и систем</p> <p>З-2 - Сформулировать технико-экономические проблемы выбора параметров технического оборудования</p> <p>З-3 - Сформулировать основные методы обработки аналоговой и цифровой информации в радиотехнических системах</p> <p>З-4 - Привести примеры конструктивной реализации радиоэлектронных устройств</p> <p>У-1 - Выделить основные параметры, определяющие технические характеристики радиоэлектронных устройств и систем</p> <p>У-2 - Анализировать влияние параметров устройств на функционирование радиоэлектронной системы</p> <p>У-4 - Учитывать особенности конструирования радиоэлектронных устройств в диапазоне высоких и сверхвысоких частот</p> <p>П-1 - Иметь практические навыки обоснования принятых технических решения</p> <p>П-2 - Иметь опыт выполнения анализа и синтеза радиотехнических устройств и систем</p> <p>П-3 - Иметь практические навыки проектирования различных элементов и устройств систем радиоэлектроники и оценки их эффективности</p>

### **1.5. Форма обучения**

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Беспроводные сети нового поколения Wi-Fi**  
**6**

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	Папуловская Наталья Владимировна	кандидат педагогических наук, без ученого звания	Доцент	информационных технологий и систем управления

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

Протокол № 11 от 07.11.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Папуловская Наталья Владимировна, Доцент, информационных технологий и систем управления

## 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	Основные характеристики беспроводных сетей связи	Способы беспроводной передачи информации. Хронология развития беспроводных сетей передачи данных. Символьная скорость и скорость передачи данных. Типы беспроводных сетей передачи данных. Архитектуры беспроводных сетей. Качество беспроводного канала связи. Адаптивные и когнитивные радиосистемы. Сетевая модель OSI.
2	Беспроводные локальные сети	Характеристики WLAN. Перспективы развития WLAN. Уровни беспроводной локальной сети. Оборудование, применяемое для построения WLAN. Интерфейсы WLAN. Применение программно-передаваемых радиосистем в сетях передачи данных.
3	Передача и прием сигнала	Распространение электромагнитных волн, электромагнитная интерференция и дифракция. Многолучевое распространение, замирание сигнала. Спектральная и временная характеристики сигналов. Виды сигналов (аналоговые, дискретные, цифровые). Типы шумов и помех. Отношение сигнал-шум. Определение линии связи и канала передачи данных. Модуляция и демодуляция сигнала.
4	Современные антенны и МИМО-системы.	Основные характеристики антенн. Типы антенн. Топологии WLAN антенн. Направленные и ненаправленные, встроенные и выносные, антенны для помещений и для открытых пространств. Антенные решетки. Формирование луча антенной решеткой. Smart антенны. Основные принципы

		функционирования и характеристики MIMO систем. Применение MIMO в WLAN.
5	Wi-Fi 6: преемственность стандартов	Набор стандартов IEEE 802.11: основные сведения, область применимости, характеристики и параметры. Место технологии Wi-Fi 6 в современных телекоммуникационных системах. Основные сведения о Wi-Fi 6. Перспективы развития сетей Wi-Fi.
6	Базис Wi-Fi 6	Каналы передачи данных 2.4 и 5 ГГц. Разделение каналов в Wi-Fi 6, пространственные потоки, применение MIMO. Технологии 1024-QAM и OFDMA. Применение SDR в Wi-Fi 6 и beamforming. Рассмотрение оборудования для сетей Wi-Fi 6.
7	Сети Wi-Fi.	Клиент, точка доступа, контроллер сети. Канал передачи пользовательского трафика. CAPWAP туннель. Переадресация и форвардинг. Типы пользовательского трафика. Служебный трафик. Протоколы Wi-Fi 6. Пользовательский роуминг в сетях Wi-Fi 6. Возможные маршруты трафика в сети. Режимы работы точки доступа, процесс подключения к сети, активное и пассивное сканирование. Функции сетевого контроллера. Фреймы IEEE 802.11
8	Планирование сетей	Методы повышения качества канала связи. Пропускная способность канала передачи данных в Wi-Fi. Основные положения планирования сетей: физический уровень, сетевая топология, оборудование. Архитектура сетей при различных сценариях ее работы. Крупномасштабные беспроводные сети. Применение облачных технологий при построении сетей. Программно-ориентированное планирование WLAN.
9	Администрирование сетей	Средства обеспечения безопасности передачи данных в беспроводных сетях. Применение различных политик. Пользовательский доступ. Аутентификация канала передачи данных. Стандарт IEEE 802.1X. Операционная система VRRP. Программная конфигурация сети в VRRP.

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

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Беспроводные сети нового поколения Wi-Fi 6

#### Электронные ресурсы (издания)

1. ; Беспроводные сети Wi-Fi : учебное пособие.; Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, Москва, Саратов; 2020; <http://www.iprbookshop.ru/89422.html> (Электронное издание)

2. Каратаева, Н. А.; Радиотехнические цепи и сигналы : учебное пособие. 1. Теория сигналов и



линейные цепи; ТУСУР, Томск; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480452> (Электронное издание)

3. Каратаева, Н. А.; Радиотехнические цепи и сигналы : учебное пособие. 2. Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация; ТУСУР, Томск; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480454> (Электронное издание)

### **Печатные издания**

1. Соловьянова, И. П., Соловьянова, И. П., Мительман, Ю. Е.; Электродинамика и распространение радиоволн : учебник для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки: 11.03.01 - Радиотехника; 11.03.02 - Инфокоммуникационные технологии и системы связи; 11.05.01 - Радиоэлектронные системы и комплексы.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (20 экз.)

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

[https://www.asozykin.ru/courses/networks\\_online](https://www.asozykin.ru/courses/networks_online)

<https://www.electronics-notes.com/articles/>

Учебные материалы ICT Academy Huawei: <https://e.huawei.com/en/talent/#/>

<https://www.cisco.com/c/en/us/products/wireless/what-is-wi-fi-6.html>

[https://ru.wikipedia.org/wiki/IEEE\\_802.11ax](https://ru.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11ax)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi\\_6](https://en.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi_6)

### **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**

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Беспроводные сети нового поколения Wi-Fi 6**

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

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES
2	Лабораторные занятия	<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES