

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»

(СибГУТИ)

Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге  
(УрТИСИ СибГУТИ)



Сверждаю  
Директор УрТИСИ СибГУТИ  
В.А. Минина  
2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства»  
для основной профессиональной образовательной программы по направлению  
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»  
направленность (профиль) – Системы радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа  
квалификация – бакалавр  
форма обучения – очная  
год начала подготовки (по учебному плану) – 2021

Екатеринбург 2021

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»  
(СибГУТИ)

Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге  
(УрТИСИ СибГУТИ)

Утверждаю  
Директор УрТИСИ СибГУТИ  
\_\_\_\_\_ Е.А. Минина  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине **«Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства»**  
для основной профессиональной образовательной программы по направлению  
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»  
направленность (профиль) – Системы радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа  
квалификация – бакалавр  
форма обучения – очная  
год начала подготовки (по учебному плану) – 2021

Екатеринбург 2021

Рабочая программа дисциплины «Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» и Положением об организации и осуществления в СибГУТИ образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры.

Программу составил:

\_\_\_\_\_  
доцент  
должность

  
\_\_\_\_\_  
подпись

/ С.А. Баранов  
\_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия

/ \_\_\_\_\_ /  
должность

\_\_\_\_\_  
подпись

/ \_\_\_\_\_ /  
инициалы, фамилия

Утверждена на заседании ИТиМС от 28.05.2021 протокол № 9  
кафедры \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой (разработчик)

  
\_\_\_\_\_  
подпись

/ Н.В. Будылдина /  
\_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия

\_\_\_\_\_  
28.05.2021 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей)

  
\_\_\_\_\_  
подпись

/ Н.В. Будылдина /  
\_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия

\_\_\_\_\_  
28.05.2021 г.

Согласовано  
Ответственный по ОПОП (руководитель ОПОП)

  
\_\_\_\_\_  
подпись

/ Н.В. Будылдина /  
\_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия

\_\_\_\_\_  
28.05.2021 г.

Основная и дополнительная литература, указанная в рабочей программе, имеется в наличии в библиотеке института и ЭБС.

Зав. библиотекой

  
\_\_\_\_\_  
подпись

/ С.Г. Торбенко  
\_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия



## 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана. Шифр дисциплины в учебном плане – *Б1.В.17*.

ПК-1 – Способен к эксплуатации и развитию сетевых платформ, систем и сетей передачи данных	
Предшествующие дисциплины и практики	Основы теории цепей, Операционные системы; Элементная база телекоммуникационных систем; Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей; Схемотехника телекоммуникационных устройств; Основы мультимедийных технологий; Теория связи; Вычислительная техника и информационные технологии; Электромагнитные поля и волны; Программные средства обработки информации; Беспроводные технологии передачи данных; Архитектура телекоммуникационных систем и сетей; Техника и технологии первичной обработки сигналов; Оптические системы связи.
Дисциплины и практики, изучаемые одновременно с данной дисциплиной	Администрирование в инфокоммуникационных системах; Электропитание устройств и систем телекоммуникаций; Цифровые системы передачи; Перспективные технологии в отрасли инфокоммуникаций.
Последующие дисциплины и практики	Теория телетрафика и анализ систем беспроводной связи; экономика отрасли инфокоммуникаций; технологии транспортных сетей.
ПК-4 Способен осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей	
Предшествующие дисциплины и практики	
Дисциплины и практики, изучаемые одновременно с данной дисциплиной	Администрирование в инфокоммуникационных системах, Радиопередающие устройства систем радиосвязи и радиодоступа, Электроакустика, Звуковое вещание
Последующие дисциплины и практики	Радиоприемные устройства систем радиосвязи и радиодоступа, Телевидение, Производственная (технологическая и проектно-технологическая) практика, Производственная (преддипломная) практика

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать освоение следующих компетенций по дескрипторам «знания, умения, владения», соответствующие тематическим разделам дисциплины, и применимые в их последующем обучении и профессиональной деятельности:

*ПК-1 – Способен к эксплуатации и развитию сетевых платформ, систем и сетей передачи данных*

### ***Знать***

- принципы построения и работы сетей передачи данных;
- структуру и основы подготовки технической документации, системного подхода в проектировании систем связи (телекоммуникаций);
- новейшее оборудование и программное обеспечение;
- общие принципы функционирования аппаратных, программных и программно-аппаратных средств сетевых платформ;
- основные Государственные и отраслевые стандарты по эксплуатационно-техническому обслуживанию и испытаниям сооружений, сетей и оборудования связи

### ***Уметь***

- использовать нормативно-техническую документацию при разработке инструкции по эксплуатационно-техническому обслуживанию;
- использовать современные информационно-коммуникационные технологии, в том числе специализированное программное обеспечение для решения задач проектирования и проведения расчетов;
- осуществлять мониторинг и анализировать статистику основных показателей эффективности радиосистем и систем передачи данных;
- разрабатывать мероприятия по поддержанию системы на требуемом уровне

### ***Владеть***

- навыками разработки схемы организации связи и интеграции в нее новых элементов;
- навыками проведения регламентных работ

ПК-4 – Способен осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей

### ***Знать:***

- основные технические требования к распространению радиоволн и антенно-фидерных устройств, монтажу, наладке, настройке, регулировке, опытной проверке работоспособности, испытанию и сдаче в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей ;
- основные принципы генерирования, формирования и усиления радиосигналов, используемых в системах радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа;
- основные способы измерения показателей качества и других технических характеристик антенно-фидерных устройств;

### ***Уметь:***

- проводить натурный эксперимент по измерению основных показателей и характеристик радиоволн и антенно-фидерных устройств;

### ***Владеть:***

- первичными навыками настройки антенно-фидерных устройств.

### 3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Очная форма обучения

Общая трудоемкость дисциплины, изучаемой в 6 семестре, составляет 4 зачетных единиц . По дисциплине предусмотрен экзамен.

Виды учебной работы	Всего часов/зачетных единиц	Семестр
		6
<b>Аудиторная работа (всего)</b>	<b>62 / 1,73</b>	<b>62</b>
<b>В том числе в интерактивной форме</b>	<b>14 / 0,38</b>	<b>14</b>
Лекции (ЛК)	24 / 0,66	24
Лабораторные работы (ЛР)	24 / 0,66	24
Практические занятия (ПЗ)	12 / 0,33	12
Подготовка и сдача экзамена**	2 / 0,056	2
<b>Самостоятельная работа студентов (всего)</b>	<b>48 / 1,33</b>	<b>48</b>
Проработка лекций		-
Подготовка к практическим занятиям и оформление отчетов	12/0,33	12
Подготовка к лабораторным занятиям и оформление отчетов	12/0,33	12
Выполнение курсовой работы	-	-
Выполнение реферата, РГР**	-	-
Подготовка к экзамену	24/0,66	24
<b>Контроль</b>	<b>34 / 0,94</b>	<b>34</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины, часов</b>	<b>144 / 4</b>	<b>144</b>

Одна зачетная единица (ЗЕ) эквивалентна 36 часам.

\*\* Оставить нужное

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

### 4.1 Содержание лекционных занятий

№ раздела дисциплины	Наименование лекционных тем (разделов) дисциплины и их содержание	Объем в часах		
		О	З	Зд
1	<b>Введение</b> Обобщенная структура радиоканала. Основные параметры составляющих радиоканала: фидерных устройств, антенн и среды распространения и их влияние на качественные характеристики систем радиосвязи.	1		
2	<b>Общие свойства электромагнитного поля.</b> Векторы электромагнитного поля, физические законы, лежащие в основе системы уравнений электродинамики. Гармонические поля, их математическое моделирование, материальные уравнения и теоремы электродинамики для гармонических полей.	1		
3	<b>Фидерные системы.</b> Линии передачи и их электрические характеристики. Основные типы линий передачи, используемые в фидерных системах. Работа линий передачи в режимах передачи мощности и трансформации сопротивлений. Согласования в фидерных трактах. Матричное описание цепей и устройств. Примеры выполнения фидеров для систем радиосвязи различных частотных диапазонов и назначения.	4		
4	<b>Плоские волны</b> Плоская волна, как предельный случай сферической волны на локальном участке фронта. Решение волнового уравнения для плоских волн. Свойства поля плоской волны в идеальных и реальных средах. Падение плоской волны на плоскую границу раздела сред.	4		
5	<b>Излучение электромагнитных волн.</b> Особенности решения уравнений электродинамики для задач излучения. Моделирование реальных источников поля с помощью элементарных излучателей. Характеристики поля элементарных излучателей и их физические аналоги: элементарные электрический и магнитный излучатели, элементарный участок фронта волны (элемент Гюйгенса), турникетный излучатель. Возбуждение колебаний в линиях передачи с использованием элементарных излучателей.	4		
6	<b>Антенны</b> Функции антенн в составе радиоканала. Первичные и вторичные характеристики антенн. Работа антенны в режиме приема. Вибраторные антенны: распределение тока, диаграмма направленности и входное сопротивление вибратора, связанные вибраторы, конструктивное выполнение вибраторов. Методы повышения направленности антенн. Линейные и апертурные антенны с непрерывным распределением токов. Антенные решетки, особенности управления диаграммой направленности антенных решеток по сравнению с антеннами с непрерывным распределением токов.	4		
7	<b>Общие вопросы распространения радиоволн</b>	2		



	Классификация радиоволн по частотным диапазонам и механизмам распространения. Основные потери в среде распространения. Расстояние прямой видимости, область существенная при распространении радиоволн. Связь с приподнятыми антеннами, влияние сферичности Земли и параметров подстилающей поверхности.			
8	<b>Атмосфера Земли и её влияние на распространение радиоволн.</b> Электрофизические характеристики атмосферы, их зависимость от высоты. Основные отличия электрофизических характеристик тропосферы, стратосферы и ионосферы, влияние их на распространение радиоволн. Использование в системах связи плавных изменений параметров атмосферы и наличия в ней локальных неоднородностей.	2		
9	<b>Затухание радиоволн в канале распространения. Помехи.</b> Факторы, определяющие затухание радиоволн: поглощение в атмосфере и земной поверхности, влияние тропосферной рефракции и рассеяния на неоднородностях. Зависимость затухания от частоты и поляризации поля. Помехи в канале распространения. Природные и промышленные помехи. Пространственное и частотное распределение помех.	1		
10	<b>Заключение.</b> Учет характеристик радиоканала при частотно-территориальном планировании и обеспечении электромагнитной совместимости систем радиосвязи.	1		
<b>ВСЕГО</b>		<b>24</b>		

#### 4.2 Содержание практических занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ, практических занятий	Объем в часах		
			О	З	Зд
1	3	Расчет характеристик элементарных излучателей	2		
2	4	Расчет множителя направленности плоской решетки и прямоугольной апертуры для различных законов распределения тока	2		
3	5	Расчет множителя затухания поля в области прямой видимости	4		
4	7	Расчет дальности прямой видимости с учетом тропосферной рефракции	4		
<b>ВСЕГО</b>			<b>12</b>		

#### 4.3 Содержание лабораторных занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ, практических занятий	Объем в часах		
			О	З	Зд
1	3	Исследование и сравнение параметров волн в коаксиальной и волноводной линиях передачи	4		
2	4	Исследование отражения плоских волн от плоской границы раздела сред	4		
3	6	Измерение характеристик поля излучения вибраторных антенн круговой и линейной поляризации	8		
4	6	Измерение характеристик поля излучения спиральных антенн круговой и линейной поляризации	8		
<b>ВСЕГО</b>			<b>24</b>		

#### 4.4 Содержание самостоятельной работы

№ п/п	№ раздела дисциплины	Вид(ы) работ, выполняемые студентом	Объем в часах		
			О	З	Зд
1		Подготовка к практическим занятиям и оформление отчетов	12	-	-
2		Подготовка к лабораторным занятиям и оформление отчетов	12	-	-
3		Подготовка и сдача экзамена	24	-	-
<b>ВСЕГО</b>			<b>48</b>	-	-

#### 5. ПЕРЕЧЕНЬ ИННОВАЦИОННЫХ ФОРМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ<sup>1</sup>

Преподавание дисциплины базируется на результатах научных исследований, проводимых УрТИСИ СибГУТИ, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей.

№ п/п	Тема	Объем в часах*		Вид учебных занятий	Используемые инновационные формы занятий
		О	З		
1	Излучение электромагнитных волн.	4		Лекция	групповая дискуссия; - анализ ситуаций; - «мозговой штурм».
2	Антенны	4		Лекция	групповая дискуссия; - анализ ситуаций; - «мозговой штурм».
3	Измерение характеристик поля излучения вибраторных антенн круговой и линейной поляризации	6		Лабораторная работа	- групповая дискуссия; - анализ ситуаций; - «мозговой штурм».
<b>ВСЕГО</b>		<b>14</b>			

\* Не меньше интерактивных часов

#### 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

##### 6.1 Список основной литературы

<sup>1</sup> Учить развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей).

1. Баранов С.А. Устройства СВЧ и антенны: учебное пособие – М. Горячая линия – Телеком, 2018, 344с.
2. Основы теории антенн и распространения радиоволн: учебное пособие / В. П. Кубанов, В. А. Ружников, М. Ю. Сподобаев, Ю. М. Сподобаев ; под редакцией В. П. Кубанов. — Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. — 257 с.
3. Буянов, Ю. И. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства : учебное пособие / Ю. И. Буянов, Г. Г. Гошин. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2013. — 300 с.

### 6.2 Список дополнительной литературы

1. Сазонов Д. М. Антенны и устройства СВЧ. Учеб. для радиотехнич. спец. вузов.-М.: Высшая шк., 1988.-432 с.:ил.
2. Нефедов Е.И. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства : учебное пособие. – М.: Академия, 2010.
3. В.Т. Ерёменко, А.П. Фисун, А.М. Кокорин, А.Ю. Сивов, М.Г. Алешин, А.А. Илюхин. Антенны и распространение радиоволн – Орёл: ОГУ имени И.С. Тургенева, 2017. – 329 с

### 6.3 Информационное обеспечение (в т.ч. интернет- ресурсы).

1. Официальный сайт UISI.RU/ (дата обращения: 15.05.2021)
2. Единая научно-образовательная электронная среда (Е-НОЭС) УрТИСИ <http://aup.uisi.ru/>
3. Электронная библиотечная система «IPRbooks» /<http://www.iprbookshop.ru/> доступ по логину и паролю
4. Электронный каталог АБК ASBOOK
5. Полнотекстовая база данных учебных и методических пособий СибГУТИ [http://ellib.sibsubtis.ru/cgi-bin/irbis64r\\_12/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=ELLIB&P21DBN=ELLIB&S21FMT=&S21ALL=&Z21ID=&S21CNR=](http://ellib.sibsubtis.ru/cgi-bin/irbis64r_12/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=ELLIB&P21DBN=ELLIB&S21FMT=&S21ALL=&Z21ID=&S21CNR=) доступ по логину и паролю
6. Научная электронная библиотека (НЭБ) elibrary <http://www.elibrary.ru>
7. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/>

## 7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ТРЕБУЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Наименование аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Лекционная аудитория ауд.№210 УК №3	Лекционные занятия	– компьютер; – мультимедийный проектор; – экран; – доска.
Кабинет для практических занятий: г. Екатеринбург ул. Крауля, 9 (третий)	Лабораторные и практические работы	30 – рабочих мест Офисная мебель Магнитно-маркерная доска Компьютер Intel Celeron 2600MHz (1 шт.) Телевизор ЖК LG 42LM340T (2 шт.)

учебный корпус) аудитория №107		Лабораторное оборудование: - генератор ВЧ Г4-111 (1 шт.); - генератор ВЧ Г4-80 (1 шт.); - прибор Ц 43-15 (1 шт.); - вольтметр В7-38 (4 шт.); - вольтметр В7-58 (4 шт.); - прибор С9-1 (1 шт.); - установка лабораторная «Экспериментальное исследование характеристик направленности источника излучения и поляризации простейших источников электромагнитных волн».
Лаборатория 311 УК№5	Самостоятельная работа	- персональные компьютеры подключенные в локальную сеть и сеть Интернет, работающие под управлением операционной системы Windows 7, - программное обеспечение OpenOffice.

## 8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ<sup>2</sup>

### 8.1 Подготовка к лекционным, практическим и лабораторным занятиям

На лекциях необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание научных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты в соответствии с вопросами плана лекции, предложенными преподавателем. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале.

Во время лекции можно задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью освоения теоретических положений, разрешения спорных вопросов.

### 8.2 Самостоятельная работа студентов

Успешное освоение компетенций, формируемых данной учебной дисциплиной, предполагает оптимальное использование времени самостоятельной работы.

Подготовка к лекционным занятиям включает выполнение всех видов заданий, рекомендованных к каждой лекции, т. е. задания выполняются еще до лекционного занятия по соответствующей теме. Целесообразно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

Все задания к лабораторным работам, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы

<sup>2</sup> Целью методических указаний является обеспечение обучающимся оптимальной организации процесса изучения дисциплины.

лекционного курса, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к получению новых знаний и овладению навыками.

Самостоятельная работа во внеаудиторное время состоит из:

- повторения лекционного материала;
- подготовки лабораторным работам;
- изучения учебно-методической и научной литературы;
- изучения нормативно-правовых актов;
- решения задач, предусмотренных на лабораторных работах;
- подготовки к контрольным работам, тестированию и т. д.;
- подготовки к семинарам устных докладов (сообщений);
- выполнения контрольных работ по заданию преподавателя;
- выполнения курсовых работ (курсовых проектов), предусмотренных учебным планом;
- проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах дисциплины задач, тестов, написания рефератов и эссе по отдельным вопросам изучаемой темы.

### **8.3 Подготовка к промежуточной аттестации**

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендуемую литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

Освоение дисциплины предусматривает посещение лекционных занятий, выполнение и защиту лабораторных, практических работ, курсовой работы, самостоятельной работы.

Текущий контроль достижения результатов обучения по дисциплине включает следующие процедуры:

- контрольные работы для полусеместровой аттестации;
- решение индивидуальных задач на практических занятиях;
- контроль самостоятельной работы, осуществляемый на каждом лабораторном, практическом занятии;
- защита лабораторных работ.

Промежуточный контроль достижения результатов обучения по дисциплине проводится в следующих формах:

- экзамен (бсеместр).

Для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации используются оценочные средства, описание которых расположено в Приложении 1 и на сайте (<http://www.aup.uisi.ru>).