

**МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ,  
СВЯЗИ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»  
(СПбГУТ)**

Кафедра \_\_\_\_\_ Радиосистем и обработки сигналов \_\_\_\_\_  
(полное наименование кафедры)



УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор, проректор по учебной работе  
Г.М. Машков  
07 \_\_\_\_\_ 2021 г.

Регистрационный №\_21.04/381-Д

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства  
(наименование дисциплины)

образовательная программа высшего образования

11.05.04 Инфокоммуникационные технологии и системы  
специальной связи

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Инженер

(квалификация)

Системы радиосвязи специального назначения

(направленность / профиль образовательной программы)

очная форма

(форма обучения)

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины составлена на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности) подготовки «11.05.04 Инфокоммуникационные технологии и системы специальной связи», утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 02.04.2020 № 542 дсп, и в соответствии с рабочим учебным планом, утвержденным ректором университета.

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства» является:

изучение законов распространения радиоволн в природной среде и их влияние на радиосистемы, получение знаний о типах и основных параметрах антенн, связи этих параметров с геометрическими характеристиками антенн и особенностями их использования в радиосистемах разного назначения.

Эта цель достигается путем решения следующих(ей) задач(и):

в результате изучения дисциплины у студентов должны быть сформированы знания, умения, и навыки, позволяющие: проводить анализ особенностей распространения радиоволн на различных трассах с учетом особенностей местности, частотного диапазона, свойств атмосферы; проводить выбор конкретных типов антенн с необходимыми техническими характеристиками, учитывающими особенности радиолинии, проводить проектирование, численное и экспериментальное исследование антенных устройств; сформировать базу для успешного овладения последующими специальными дисциплинами.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства» Б1.О.28 является одной из дисциплин обязательной части учебного плана подготовки специалиста по направлению «11.05.04 Инфокоммуникационные технологии и системы специальной связи». Исходный уровень знаний и умений, которыми должен обладать студент, приступая к изучению данной дисциплины, определяется изучением таких дисциплин, как «Высшая математика»; «Физика».

## 3. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 1

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции
1	ПК-4	Способность осуществлять мониторинг состояния и проверку качества работы, проведение измерений и диагностику ошибок и отказов телекоммуникационного оборудования, сетевых устройств, программного обеспечения инфокоммуникаций
2	ПК-18	Способность осуществлять монтаж, настройку, регулировку тестирование оборудования, отработку режимов работы, контроль проектных параметров работы и испытания оборудования связи, обеспечение соответствия технических параметров инфокоммуникационных систем и /или их составляющих, установленным эксплуатационно-техническим нормам

Индикаторы достижения компетенций

Таблица 2

ПК-4.1	Знает методику и средства измерений, используемые для контроля качества работы оборудования, трактов и каналов передачи, программное обеспечение оборудования, документацию по системам качества работы предприятий связи
ПК-4.2	Умеет анализировать результаты и устанавливать соответствие параметров работы оборудования действующим отраслевым нормативам
ПК-4.3	Владеет навыками инструментальных измерений, используемых в области телекоммуникаций, и оценки их соответствия техническим нормам и параметрам оборудования и каналов передачи установленным эксплуатационно-техническим нормам, ведение документации по результатам измерений
ПК-18.1	Знает действующие отраслевые нормативы, определяющие требования к параметрам работы оборудования, каналов и трактов
ПК-18.2	Знает методики проведения проверки технического состояния оборудования, трактов и каналов передачи
ПК-18.3	Умеет вести техническую, оперативно-техническую и технологическую документацию по установленным формам; осуществлять проверку качества работы оборудования и средств связи
ПК-18.4	Владеет навыками тестирования оборудования и отработки режимов работы оборудования
ПК-18.5	Владеет навыками выбора и использования соответствующего тестового и измерительного оборудования, использования программного обеспечения оборудования при его настройке

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Очная форма обучения

Таблица 3

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры
			6
Общая трудоемкость	5 ЗЕТ	180	180
<b>Контактная работа с обучающимися</b>		71.35	71.35
в том числе:			
Лекции		26	26
Практические занятия (ПЗ)		22	22
Лабораторные работы (ЛР)		18	18
Защита контрольной работы			-
Защита курсовой работы			-
Защита курсового проекта		3	3
Промежуточная аттестация		2.35	2.35
<b>Самостоятельная работа обучающихся (СРС)</b>		75	75
в том числе:			
Курсовая работа			-
Курсовой проект		25	25
И / или другие виды самостоятельной работы: подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям, контрольным работам, изучение теоретического материала.		50	50
Подготовка к промежуточной аттестации		33.65	33.65
<b>Вид промежуточной аттестации</b>			Экзамен

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Содержание разделов дисциплины.

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Содержание раздела	№ семестра		
			очная	очно-заочная	заочная
1	Раздел 1. Общие характеристики антенн.	Сферическая система координат. Дальняя зона. Диаграмма направленности антенны. Диаграммы направленности в плоскости Е и Н. Ширина диаграммы направленности. Уровни нулевого излучения. Боковые лепестки диаграммы направленности. Коэффициент направленного действия, коэффициент усиления антенны, коэффициент полезного действия	6		
2	Раздел 2. Симметричный вибратор.	Эквивалентная схема симметричного вибратора. Распределение тока по плечам симметричного вибратора. Поле излучения в дальней зоне. Диаграмма направленности. Влияние соотношения длины волны и длины плеча на характеристики направленности. Мощность излучения и сопротивление излучения. Входное сопротивление симметричного вибратора. Настройка в резонанс и укорочение. Действующая длина симметричного вибратора.	6		
3	Раздел 3. Несимметричный вибратор.	Метод зеркальных изображений. Характеристики направленности и входное сопротивление. Несимметричный вибратор с верхней нагрузкой. Синфазная антенна	6		
4	Раздел 4. Щелевая антенна.	Физическая модель щелевой антенны. Принцип перестановочной двойственности. Поле щелевой антенны в дальней зоне. Сопротивление излучения щелевой антенны. Формирование однонаправленного излучения. Волноводно -щелевые антенны.	6		
5	Раздел 5. Питание антенн.	Виды фидерных линий и их основные характеристики. Согласование фидерной линии и антенны. Коэффициент отражения, коэффициент стоячей волны. Четвертьволновый трансформатор. Широкополосное согласование с помощью биномиального и Чебышевского переходов. Питание симметричного вибратора. Симметрирование питания. Практические схемы питания. Петлевой вибратор, Вибратор с шунтовым питанием.	6		

6	Раздел 6. Вибраторные антенны.	Создание однонаправленного излучения системой двух вибраторов. Рефлекторы и директоры. Антенна «Волновой канал», логопериодическая антенна. Взаимное влияние элементов вибраторных антенн. Метод наведенных ЭДС. Взаимные и наведенные сопротивления	6		
7	Раздел 7. Антенны мобильных устройств систем подвижной связи	Требование к диаграмме направленности антенн мобильных устройств. «Электрически малые» антенны и их основные характеристики. Инверсные L-образные и F-образные антенны. Антенны в микрополосковом исполнении. Планарная инверсная F-образная антенна (PIFA). Резонаторные антенны. Фрактальные антенны.	6		
8	Раздел 8. Фазированные антенные решетки.	Метод создания антенн с узкими диаграммами направленности. Диаграмма направленности фазированной решетки из симметричных вибраторов в плоскости E и H. Множитель системы вибраторов. Ширина диаграммы направленности, направления нулевого излучения. Боковые лепестки, их уровень и направление. Влияние на диаграмму направленности расстояния между элементами и вида диаграммы направленности элемента. Управление направлением главного максимума диаграммы направленности. Линейное, квадратичное и кубичное фазовое распределение закон. Влияние амплитудного распределения на диаграмму направленности. Антенные решетки с частотным сканированием. Цилиндрические антенные решетки. Особенности формирования их диаграмм направленности.	6		
9	Раздел 9. Антенны базовых станций мобильных систем связи.	Требование к диаграмме направленности антенн базовых станций. Примеры практической реализации панельных антенн. Управление диаграммой направленности в вертикальной плоскости. Принципы построения «smart» -антенн. Управление диаграммой направленности в горизонтальной плоскости. Парциальные диаграммы направленности. Диаграммообразующие схемы.	6		

10	Раздел 10. Апертурные антенны.	Излучающая прямоугольная поверхность. Амплитудное и фазовое распределение. Излучение круглой плоской поверхности. Влияние амплитудного и фазового распределения на диаграмму направленности излучающей прямоугольной поверхности. Излучение из открытого конца волновода. Рупорные антенны. Влияние фазового распределения в раскрыве рупора на его диаграмму направленности. Идеальный рупор.	6		
11	Раздел 11. Зеркальная параболическая антенна	Зеркальные антенны, основные геометрические параметры однозеркальных антенн, направленные свойства, профили зеркал. Типы облучателей, способы устранения реакции зеркала на облучатель. Двухзеркальные антенны, методика расчёта. Область применения. Линзовые антенны, геометрические параметры, направленные свойства	6		
12	Раздел 12. Антенна в режиме приема.	Настройка приемной антенны. Влияние согласования с питающей линией на принятую мощность. Эффективная площадь приемной антенны и ее связь с коэффициентом усиления антенны.	6		
13	Раздел 13. Распространение радиоволн в свободном пространстве	Уравнение идеальной радиолинии. Учет рассеяния. Множитель ослабления. Зоны Френеля. Размеры области, существенной для распространения радиоволн.	6		
14	Раздел 14. Распространение радиоволн над плоской земной поверхностью	Отражательная трактовка влияния земли. Приближенные граничные условия Леонтовича - Щукина. Случай высокоподнятых антенн. Размеры области, существенной для отражения от земной поверхности. Интерференционная формула. Область осцилляций и монотонного изменения напряженности электрического поля. Приближения для интерференционного множителя. Квадратичная формула Введенского.	6		
15	Раздел 15. Учет сферичности земной поверхности.	Расстояние прямой видимости. Приведенные высоты антенн в интерференционной формуле. Учет рассеяния, обусловленного сферичностью земли. Зоны освещенности, полутени и тени. Дифракционные формулы Фока. Распространение радиоволн над гладкой земной поверхностью при низкорасположенных антеннах. Формула Шулейкина - Ван-дер-Поля.	6		
16	Раздел 16. Распространение тропосферных радиоволн.	Состав и параметры тропосферы. Вертикальный профиль индекса преломления тропосферы. Явление тропосферной рефракции, виды рефракции, её учёт при расчёте напряжённости поля. Эквивалентный радиус Земли.	6		

17	Раздел 17. Распространение ионосферных волн.	Основные параметры ионосферы. Регулярные слои электрической концентрации в ионосфере. Условия отражения радиоволн от ионосферы. Максимально применимая и критическая частоты.	6		
18	Раздел 18. Космические линии связи	Особенности распространения радиоволн в космических линиях связи. Потери в атмосфере. Особенности траектории распространяющейся волны. Дисперсионные искажения сигнала. Учет эффекта Доплера.	6		
19	Раздел 19. Потери на фиксированных радиоприемах.	Потери радиоволн в приземном слое атмосферы. Потери, вызванные растительностью. Потери в стенах зданий. Дифракционные потери. Учет дифракции на плоском экране, клине и цилиндре. Учет дифракционных потерь на фиксированных трассах. Учет многолучевости.	6		
20	Раздел 20. Модель канала мобильной связи	Аналитическое представление сигнала, принимаемого на линии мобильной связи. Учет влияния отражения от препятствий, рассеяния на неоднородностях, доплеровского сдвига частоты. Математическая модель канала связи. Моделирование потерь на трассе мобильной связи. Модель Окамура -Хата. Выбор модели и ее калибровка. Влияние характеристик канала на передачу сообщений с различной шириной спектра.	6		
21	Раздел 21. Замирания в канале мобильной связи.	Физические причины для возникновения замираний в каналах мобильной связи. Быстрые и медленные замирания. Разнесенный прием для борьбы с замираниями. Варианты практической реализации разнесения.	6		

5.2. Междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами.

Таблица 5

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин
1	Системы радиосвязи специального назначения
2	Специальные вопросы антенной техники

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий.

Очная форма обучения

Таблица 6

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплин	Лек-ции	Практ. занятия	Лаб. занятия	Семи-нары	СРС	Всего часов
1	Раздел 1. Общие характеристики антенн.	1		3		2	6
2	Раздел 2. Симметричный вибратор.	2	2			2	6



3	Раздел 3. Несимметричный вибратор.	1	1			1	3
4	Раздел 4. Щелевая антенна.	1	1			2	4
5	Раздел 5. Питание антенн.	1	2			1	4
6	Раздел 6. Вибраторные антенны.	1		2		4	7
7	Раздел 7. Антенны мобильных устройств систем подвижной связи	1				4	5
8	Раздел 8. Фазированные антенные решетки.	2	3	3		4	12
9	Раздел 9. Антенны базовых станций мобильных систем связи.	2	2			2	6
10	Раздел 10. Апертурные антенны.	1	2	2		2	7
11	Раздел 11. Зеркальная параболическая антенна	1	1	3		1	6
12	Раздел 12. Антенна в режиме приема.	2				2	4
13	Раздел 13. Распространение радиоволн в свободном пространстве	1	2	3		1	7
14	Раздел 14. Распространение радиоволн над плоской земной поверхностью	1	2	2		2	7
15	Раздел 15. Учет сферичности земной поверхности.	1				3	4
16	Раздел 16. Распространение тропосферных радиоволн.	1				4	5
17	Раздел 17. Распространение ионосферных волн.	1				4	5
18	Раздел 18. Космические линии связи	1				4	5
19	Раздел 19. Потери на фиксированных радиолиниях.	1	2			2	5
20	Раздел 20. Модель канала мобильной связи	1.5				1	2.5
21	Раздел 21. Замирания в канале мобильной связи.	1.5	2			2	5.5
Итого:		26	22	18	-	50	116

## 6. Лабораторный практикум

Очная форма обучения

Таблица 7

№ п/п	Номер раздела (темы)	Наименование лабораторной работы	Всего часов
-------	----------------------	----------------------------------	-------------

1	1	Исследование характеристик направленности симметричного вибратора	3
2	6	Анализ характеристик направленности антенны "Волновой канал" и логопериодической антенны. Исследование характеристик направленности антенны "Волновой Канал"	2
3	8	Численное исследование характеристик направленности ФАР с равномерным, линейным, квадратичным фазовым распределением. Численное исследование влияния амплитудного распределения на характеристики направленности ФАР. Оценка влияния расстояний между элементами на характеристики направленности	3
4	10	Исследование характеристик направленности рупорной антенны	2
5	11	Исследование характеристик направленности зеркальной параболической антенны	3
6	13	Исследование области пространства, наиболее существенной при распространении радиоволн (зоны Френеля)	3
7	14	Исследование процесса распространения радиоволн над плоской поверхностью	2
Итого:			18

## 7. Практические занятия (семинары)

Очная форма обучения

Таблица 8

№ п/п	Номер раздела (темы)	Наименование практических занятий (семинаров)	Всего часов
1	2	Численный анализ характеристик направленности симметричного вибратора. Численный анализ входного сопротивления симметричного вибратора	2
2	3	Сравнительный анализ характеристик направленности щелевой антенны, петлевого вибратора и несимметричного вибратора	1
3	4	Сравнительный анализ входного сопротивления щелевой антенны, петлевого вибратора и несимметричного вибратора	1
4	5	Оценка полосы пропускания антенны по зависимости входного сопротивления от частоты. Расчет согласующих ступенчатых переходов.	2
5	8	Численное исследование характеристик направленности ФАР с равномерным, линейным, квадратичным фазовым распределением. Численное исследование влияния амплитудного распределения на характеристики направленности ФАР. Оценка влияния расстояний между элементами на характеристики направленности	3
6	9	Моделирование работы SMART-антенны	2
7	10	Численное исследование характеристик направленности рупорных антенн	2
8	11	Численное исследование характеристик направленности зеркальной параболической антенны	1
9	13	Оценка энергетического бюджета "идеальной" радиолинии. Оценка области, существенной для распространения радиоволн.	2
10	14	Численное исследование интерференционной формулы	2
11	19	Оценка потерь, вызванных распространением в реальной атмосфере. Оценка потерь, вызванных дифракцией на препятствиях.	2

12	21	Моделирование процесса распространения радиоволн с помощью различных моделей и их калибровка.	2
Итого:			22

## 8. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Учебным планом предусмотрен курсовой проект.

### Подготовка к курсовому проектированию.

Курсовое проектирование должно способствовать закреплению, углублению и обобщению знаний, полученных студентами за время обучения, и применению этих знаний к комплексному решению конкретной практической задачи. Системой курсовых проектов студент подготавливается к выполнению более сложной задачи - дипломного проектирования. Курсовое проектирование должно также прививать студентам навыки производства расчетов, составления технико-экономических записок.

Курсовой проект должен состоять из графической части и расчетно-объяснительной записки. Графический материал должен быть выполнен с учетом требований ЕСКД. В пояснительной записке должны быть обоснованы все технические решения и представлены расчеты, подтверждающие правильность выбора.

Эти обоснования проекта могут быть представлены в виде сравнительных характеристик выбранного решения с другими имеющимися или возможными вариантами, показом их преимуществ и простоты изготовления на существующем оборудовании, удобства эксплуатации, ремонта и техники безопасности работы.

Изложение пояснительной записки должно быть технически грамотным, четким и сжатым.

Таблица 9

№ п/п	Тема курсового проекта (работы)
1	Определение геометрических размеров, характеристик направленности и полосы частот ФАР

## 9. Самостоятельная работа

Очная форма обучения

Таблица 10

№ раздела дисциплины	Содержание СРС	Форма контроля	Всего часов
1	Самостоятельное решение задач по определению численных характеристик антенн	Коллоквиум	2
2	Изучение раздела. Подготовка к занятию		2
3	Изучение раздела. Подготовка к занятию	Коллоквиум	1
4	Изучение раздела. Подготовка к занятию	Коллоквиум	2
5	Изучение раздела. Подготовка к занятию	Коллоквиум	1
6	Численный анализ взаимного влияния элементов ФАР с помощью метода наведенных ЭДС.	Коллоквиум	4

7	Сравнительный анализ антенн мобильных телефонов	Коллоквиум	4
8	Изучение раздела. Подготовка к занятию	Коллоквиум	4
9	Изучение раздела. Подготовка к занятию	Коллоквиум	2
10	Изучение раздела. Подготовка к занятию	Коллоквиум	2
11	Изучение раздела. Подготовка к занятию	Коллоквиум	1
12	Изучение раздела. Подготовка к занятию	Коллоквиум	2
13	Изучение раздела. Подготовка к занятию	Коллоквиум	1
14	Изучение раздела. Подготовка к занятию	Коллоквиум	2
15	Изучение раздела. Подготовка к занятию	Коллоквиум	3
16	Изучение раздела. Подготовка к занятию	Коллоквиум	4
17	Изучение процессов распространения радиоволн в ионосфере	Коллоквиум	4
18	Изучение процессов распространения радиоволн в космических линиях связи	Коллоквиум	4
19	Расчет дифракционных потерь на реальных трассах радиолиний. Расчет сигнала на приемном конце радиолинии с учетом многолучевости.	Коллоквиум	2
20	Изучение раздела. Подготовка к занятию	Коллоквиум	1
21	Анализ замираний в каналах связи	Коллоквиум	2
Итого:			50

## **10. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для самостоятельной работы по дисциплине рекомендовано следующее учебно-методическое обеспечение:

- Положение о самостоятельной работе студентов в Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича;
- рекомендованная основная и дополнительная литература;
- конспект занятий по дисциплине;
- слайды-презентации и другой методический материал, используемый на занятиях;
- методические рекомендации по подготовке письменных работ, требования к их содержанию и оформлению (реферат, эссе, контрольная работа) ;
- фонды оценочных средств;
- методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов;
- методические рекомендации по подготовке и защите курсовой работы (проекта).

## **11. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

Фонд оценочных средств разрабатывается в соответствии с локальным актом университета "Положение о фонде оценочных средств" и является приложением (Приложение А) к рабочей программе дисциплины.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах

- их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
  - методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Для каждого результата обучения по дисциплине определяются показатели и критерии оценки сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

## **12. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### 12.1. Основная литература:

1. Сомов, А. М.  
Антенно-фидерные устройства: Учебное пособие : [Электронный ресурс] / А. М. Сомов, В. В. Старостин, Р. В. Кабетов. - М. : Горячая линия-Телеком, 2011. - 404 с. : ил. - URL: <http://ibooks.ru/reading.php?productid=334037>. - ISBN 978-5-9912-0152-0 : Б. ц.
2. Бачевский, Антон Сергеевич. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства : учебное пособие / А. С. Бачевский, А. А. Шаталов, В. А. Шаталова ; рец.: В. В. Пятков, А. Б. Ястребеов ; Федеральное агентство связи, Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ. Ч. 1 : Распространение электромагнитных волн и антенно-фидерные устройства в системах лазерной связи. - 2014. - 155 с. : ил., табл. - ISBN 978-5-89160-110-9 : 934.79 р.
3. Мандель, А. Е.  
Распространение радиоволн : [Электронный ресурс] / А.Е. Мандель, В.А. Замотринский. - Томск : ТУСУР, 2012. - 163 с. : ил. - URL: <http://ibooks.ru/reading.php?productid=27952>. - ISBN TUSUR025 : Б. ц.
4. Боков, Л. А.  
Электродинамика и распространение радиоволн : [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л. А. Боков, В. А. Замотринский, А. Е. Мандель. - М. : ТУСУР, 2013. - 410 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/110405>. - ISBN 978-5-86889-578-4 : Б. ц. Книга из коллекции ТУСУР - Инженерно-технические науки . - [Б. м. : б. и.]. - <https://e.lanbook.com/book/4950>
5. Косарев, Александр Васильевич. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства : учебное пособие : в 2 ч. / А. В. Косарев, Р. В. Смирнов ; рец.: О. Ю. Платонов, В. М. Устименко ; Федер. агентство связи, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

- "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ. Ч. 1. - 2019. - 86 с. - ). - 481.50 р.
6. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства : учебное пособие : в 2 ч. / В. В. Дмитриева [и др.] ; рец.: О. Ю. Платонов, С. А. Шпак ; Федер. агентство связи, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ. Ч. 2. - 2019. - 90 с. - ). - 465.47 р.

## 12.2. Дополнительная литература:

1. Черенкова, Е. Л.  
Распространение радиоволн : учеб. для вузов / Е. Л. Черенкова, О. В. Чернышов. - М. : Радио и связь, 1984. - 271 с. : ил. - Библиогр.: с. 265-266. - Предм. указ.: с. 266-268. - (в пер.) : 0.95 р. - Текст : непосредственный.
2. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства : учебник / В. В. Каменев [и др.] ; ред. В. В. Каменев ; Военная академия связи. - СПб. : ВАС, 2007. - 260 с. : ил. - Библиогр. : с. 256. - 264.00 р. - Текст : непосредственный.
3. Антенны и распространение радиоволн : [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным работам / Т. Г. Булушева [и др.] ; рец. В. Н. Жемчугов ; Федеральное агентство связи, Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ, 2011. - 36 с. : ил, табл. - 15.75 р.
4. Распространение радиоволн : учебное пособие / авт., ред. О. И. Яковлев [и др.]. - М. : ЛЕНАНД, 2017. - 496 с. : ил. - ISBN 978-5-9710-4552-6 : 468.00 р. - Текст : непосредственный.
5. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства : [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ / А. В. Косарев [и др.]. ; рец. В. М. Устименко ; Федеральное агентство связи, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ, 2019. - 67 с. : ил, табл. - 593.10 р.
6. Ликонцев, Алексей Николаевич.  
Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства : [Электронный ресурс] : терминологический словарь. А - О / А. Н. Ликонцев, К. О. Коровин ; рец. С. Л. Федоров ; Федеральное агентство связи, С.-Петерб. гос. ун-т телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. - СПб. : СПбГУТ, 2019. - 64 с. - 826.10 р.
7. Филиппов, Феликс Васильевич.  
Web-скрапинг : [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ф. В. Филиппов ; рец.

А. В. Шевченко ; Федеральное агентство связи, С.-Петербург. гос. ун-т телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. - СПб. : СПбГУТ, 2020. - 72 с. : табл. - 442.52 р.

8. Черных, Юрий Константинович.

Основы теории цепей. Передаточные функции ARC-цепей второго порядка : [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие по выполнению самостоятельной работы / Ю. К. Черных ; рец. В. А. Филин ; Федеральное агентство связи, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ, 2020. - 67 с. : табл., граф. - 1048.52 р.

9. Черных, Юрий Константинович.

Основы теории цепей. Расчет операторных передаточных функции ARC-цепей второго порядка с помощью программы Fastmean : [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие по выполнению самостоятельной работы / Ю. К. Черных ; рец. В. А. Филин ; Федеральное агентство связи, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ, 2020. - 88 с. : табл., граф. - 1356.90 р.

10. Коровин, Константин Олегович.

Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства : [Электронный ресурс] : терминологический словарь П - Я / К. О. Коровин, А. Н. Ликонцев ; рец. С. Л. Федоров ; Федеральное агентство связи, С.-Петербург. гос. ун-т телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. - СПб. : СПбГУТ, 2020. - 61 с. - 826.10 р.

### **13. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

- [www.sut.ru](http://www.sut.ru)
- [lib.spbgut.ru/jirbis2\\_spbgut](http://lib.spbgut.ru/jirbis2_spbgut)

### **14. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

#### 14.1. Программное обеспечение дисциплины:

- MATLAB v.7.11.0.584 (R2010b)
- Open Office
- АФУ-02-16
- Программа управления Graphit P2M версия 2.3.7

## 14.2. Информационно-справочные системы:

- ЭБС iBooks (<https://ibooks.ru>)
- ЭБС Лань (<https://e.lanbook.com/>)
- ЭБС СПбГУТ (<http://lib.spbgut.ru>)

## 15. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

### 15.1. Планирование и организация времени, необходимого для изучения дисциплины

Важным условием успешного освоения дисциплины «Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства» является создание системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день. Его наличие позволит подчинить свободное время целям учебы, трудиться более успешно и эффективно. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Все задания, включая вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующего аудиторного занятия (лекции, практического занятия), что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

Система университетского обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь, лекций и практических занятий), работа на которых обладает определенной спецификой.

### 15.2. Подготовка к лекциям

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета, как в истории, так и в настоящее время.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы,



которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

### 15.3. Подготовка к практическим занятиям

Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке пройденного материала (материала лекций, практических занятий), а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

Необходимо понимать, что невозможно во время аудиторных занятий изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов, и при изучении дисциплины недостаточно конспектов занятий. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

### 15.4. Рекомендации по работе с литературой

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения. В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой»

материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет. Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого студент знакомится с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивает весомость и доказательность аргументов сторон и делает вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информация может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам;
- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями

- различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слова-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»
  - повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса;
  - обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
  - использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

#### 15.5. Подготовка к промежуточной аттестации

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

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

### 16. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 11

№ п/п	Наименование специализированных аудиторий и лабораторий	Наименование оборудования
1	Лекционная аудитория	Аудио-видео комплекс
2	Аудитории для проведения групповых и практических занятий	Аудио-видео комплекс
3	Компьютерный класс	Персональные компьютеры
4	Аудитория для курсового и дипломного проектирования	Персональные компьютеры
5	Аудитория для самостоятельной работы	Компьютерная техника
6	Читальный зал	Персональные компьютеры