

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)

СПбГУТ))

Документ подписан простой
электронной подписью

Сертификат: 008a56eb36a1808f06
Владелец: Машков Георгий Михайлович
Действителен с 07.05.2022 по 06.05.2027



УТВЕРЖДАЮ
И.о. первого проректора

С.И. Иvasишин

2022 г.

Регистрационный №_22.04/182-Д

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства

(наименование дисциплины)

образовательная программа высшего образования

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

(код и наименование направления подготовки / специальности)

бакалавр

(квалификация)

Системы беспроводных коммуникаций

(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 «11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.09.2017 № 930, 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.В.25 является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 учебного плана подготовки бакалавриата по направлению «11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи». Изучение дисциплины «Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства» опирается на знания дисциплин(ы) «Техническая электродинамика».

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-11 | 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-11.1 | Знает действующие отраслевые нормативы, определяющие требования к параметрам работы оборудования, каналов и трактов |
| ПК-11.2 | Знает методики проведения проверки технического состояния оборудования, трактов и каналов передачи |
| ПК-11.3 | Умеет вести техническую, оперативно-техническую и технологическую документацию по установленным формам; осуществлять проверку качества работы оборудования и средств связи |
| ПК-11.4 | Владеет навыками тестирования оборудования и отработки режимов работы оборудования |
| ПК-11.5 | 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 | 7 |
| Общая трудоемкость | 7 ЗЕТ | 252 | 108 |
| Контактная работа с обучающимися | 102.6 | 50.25 | 52.35 |
| в том числе: | | | |
| Лекции | 40 | 20 | 20 |
| Практические занятия (ПЗ) | 32 | 16 | 16 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 28 | 14 | 14 |
| Задача контрольной работы | | - | - |
| Задача курсовой работы | | - | - |
| Задача курсового проекта | | - | - |
| Промежуточная аттестация | 2.6 | 0.25 | 2.35 |
| Самостоятельная работа обучающихся (СРС) | 115.75 | 57.75 | 58 |
| в том числе: | | | |
| Курсовая работа | | - | - |
| Курсовой проект | | - | - |
| И / или другие виды самостоятельной работы: подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям, контрольным работам, изучение теоретического материала | 107.75 | 49.75 | 58 |
| Подготовка к промежуточной аттестации | 41.65 | 8 | 33.65 |
| Вид промежуточной аттестации | | Зачет | Экзамен |

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины.

Таблица 4

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | № семестра | | |
|----------|---|---|------------|-----------------------|--------------|
| | | | очная | очно- заоч- ная | заоч- ная |
| 1 | Раздел 1. Вводная часть. | Назначение дисциплины. Структура радиолинии. Основные определения. | 6 | | |
| 2 | Раздел 2. Распространение радиоволн (РРВ) в свободном пространстве. | Уравнение идеальной радиолинии. Учет рассеяния. Множитель ослабления. Зоны Френеля. Размеры области, существенной для распространения радиоволн | 6 | | |
| 3 | Раздел 3. Распространение радиоволн над плоской земной поверхностью | Отражательная трактовка влияния земли. Приближенные граничные условия Леонтического - 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 | | |
| 4 | Раздел 4. 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 антенах. Формула Шулейкина - Ван-дер-Поля. | 6 | | |
| 5 | Раздел 5. Поляризация радиоволн | Поляризация волн. Распространение волн различных поляризаций над поверхностью земли. Граничные условия. Метод зеркальных изображений. | 6 | | |
| 6 | Раздел 6. 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 | | |
| 7 | Раздел 7. Распространение ионосферных волн | Основные параметры ионосферы. Регулярные слои электрической концентрации в ионосфере. Условия отражения радиоволн от ионосферы. Максимально применимая и критическая частоты. | 6 | | |
| 8 | Раздел 8. Космические линии связи. | Особенности распространения радиоволн в космических линиях связи. Потери в атмосфере. Особенности траектории распространяющейся волны. Дисперсионные искажения сигнала. Учет эффекта Доплера | 6 | | |
| 9 | Раздел 9. Потери на фиксированных радиолиниях. | 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 | | |

| | | | | | |
|----|---|--|---|--|--|
| 10 | Раздел 10. Модели и особенности РРВ разных диапазонов | Модель РРВ декаметрового диапазона (коротких волн), диапазон рабочих частот, наименьшая применимая, максимально применимая и оптимальная рабочая частоты. Волновое расписание, зоны молчания, замириания на КВ, искажения сигналов. Модели и особенности РРВ гектометрового (СВ), километрового (ДВ) и мириаметрового (СДВ) диапазонов, области применения. Особенности РРВ на космических линиях связи (КЛС). Помехи радиоприему и их зависимость от частоты. Выбор частотного диапазона для космических линий связи. Влияние рефракции волн и доплеровского смещения частоты на работу КЛС. Расчет энергетики КЛС. РРВ ИК и оптического диапазонов. Плазма на КЛС. | 6 | | |
| 11 | Раздел 11. Общие характеристики антенн. | Определение и функции антенн. Входное сопротивление антенны, условие резонанса. Основные электрические и конструктивные параметры антенн. Частотные свойства. Изображение диаграммы направленности (ДН) в различных системах координат, определение ее параметров. | 7 | | |
| 12 | Раздел 12. Основы теории антенн. Симметричный вибратор (СВ) в свободном пространстве. | Распределение тока вдоль вибратора. Электромагнитное поле симметричного вибратора в режиме передачи в дальней зоне и функция направленности. Входное сопротивление, резонансная длина, укорочение, диапазонные свойства. Типы конструкций СВ, способы питания, симметрирующие устройства. Настройка в резонанс. СВ в режиме приема. Максимальная мощность, выделяемая в нагрузке, по критерию отношения сигнал/шум. | 7 | | |
| 13 | Раздел 13. Связанные вибраторы. Несимметричный вибратор (НВ). | Теория излучения системы двух связанных симметричных вибраторов. Метод наводимых ЭДС. Определение взаимных и наведенных сопротивлений. Практическое использование. Поле НВ, расположенного вблизи поверхности Земли. Метод зеркальных изображений, основные характеристики, типы конструкций, настройка в резонанс. Способы увеличения действующей длины НВ. | 7 | | |
| 14 | Раздел 14. Антенные решетки (АР). | Определение, классификация АР. Расчет напряженности поля линейной АР, функция и ДН, множитель решетки. Направленные свойства. Условия отсутствия побочных главных максимумов. Управление ДН АР изменением амплитудно-фазового распределения токов на элементах АР. Режимы излучения: поперечно-наклонный, осевой. Плоские АР. Фазированные АР, АР с частотным сканированием, АР в полосковом исполнении. Способы питания АР. | 7 | | |
| 15 | Раздел 15. Щелевые излучатели и волноводно-щелевые антенные решетки (ЩАР). | Идеальный щелевой излучатель. Реальные щели в стенках волноводов. правила ориентации и расположения щелей в стенках волноводов. Направленные свойства, согласование щелей с нагрузками. Волноводно-щелевые антенные решетки, расположение щелей вблизи нагрузки. | 7 | | |

| | | | | | |
|----|--|--|---|--|--|
| 16 | Раздел 16. Апертурные антенны. | Определение, методика расчета основных параметров. Рупорные антенны, основные типы и геометрические параметры. Оптимальный размеры, направленные свойства, фазовый центр излучения. Достоинства и недостатки и способы их устранения. Зеркальные антенны, основные геометрические параметры однозеркальных антенн, направленные свойства, профили зеркал. Типы облучателей, способы устранения реакции зеркала на облучатель. Двухзеркальные антенны, методика расчета. Область применения. Линзовые антенны, геометрические параметры, направленные свойства. | 7 | | |
| 17 | Раздел 17. Использование антенн на радиолиниях разного назначения | Телевизионные антенны передающих телекомпаний: основные типы, способы питания. Приемные телевизионные антенны простого типа и систем коллективного приема. Многоканальные антенны. Антенны радиорелейных линий (РРЛ) прямой видимости и тропосферных РРЛ. Антенны для спутниковой и космической радиосвязи. Антенны с круговой поляризацией. Антенны базовых станций и абонентских терминалов систем мобильной радиосвязи. | 7 | | |
| 18 | Раздел 18. Антенны декаметровых (коротких) радиоволн. | Антенна КВ простого типа. Синфазная горизонтальная диапазонная антенна (СГД). Ромбическая антенна. Логопериодическая антенна. | 7 | | |
| 19 | Раздел 19. Антенны гектометровых (СВ), километровых (ДВ), и мириаметровых (СДВ) волн. | Средневолновые передающие вещательные антенны-мачты и антенны-башни с изолированным и заземленным основаниями. Антифидинговые антенны. Системы заземления. Рамочные, Т и Г-образные приемные антенны диапазонов СВ, ДВ и СДВ. Передающие антенны ДВ и СДВ. Использование антенн СДВ с несколькими снижениями. | 7 | | |
| 20 | Раздел 20. Миниатюризация антенн и проблема электромагнитной совместимости (ЭМС). | Полосковые и микрополосковые антенны и антенные решетки. Область использования, перспективы развития. Сверхширокополосные, самоподобные антенны. Проблема ЭМС и пути ее решения. Способы подавления бокового излучения антенн, защитные экраны, компенсационные методы, использование адаптивных антенн. Развязка по поляризации. | 7 | | |

5.2. Междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами.

«Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства» является дисциплиной, завершающей теоретическое обучение по программе 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий.

Очная форма обучения

Таблица 5

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Лек- ции | Практ. занятия | Лаб. занятия | Семи- нары | СРС | Всего часов |
|----------|--|-------------|-------------------|-----------------|---------------|------|----------------|
| 1 | Раздел 1. Вводная часть. | 2 | | | | | 2 |
| 2 | Раздел 2. Распространение радиоволн (РРВ) в свободном пространстве. | 2 | 4 | 4 | | 9.75 | 19.75 |
| 3 | Раздел 3. Распространение радиоволн над плоской земной поверхностью | 2 | 4 | 4 | | 10 | 20 |
| 4 | Раздел 4. Учет сферичности земной поверхности | 2 | 4 | | | | 6 |
| 5 | Раздел 5. Поляризация радиоволн | 2 | | 6 | | | 8 |
| 6 | Раздел 6. Распространение тропосферных радиоволн. | 2 | | | | 10 | 12 |
| 7 | Раздел 7. Распространение ионосферных волн | 2 | | | | 10 | 12 |
| 8 | Раздел 8. Космические линии связи. | 2 | 4 | | | | 6 |
| 9 | Раздел 9. Потери на фиксированных радиолиниях. | 2 | | | | | 2 |
| 10 | Раздел 10. Модели и особенности РРВ разных диапазонов | 2 | | | | 10 | 12 |
| 11 | Раздел 11. Общие характеристики антенн. | 2 | | | | 6 | 8 |
| 12 | Раздел 12. Основы теории антенн. Симметричный вибратор (СВ) в свободном пространстве. | 2 | | | | 4 | 6 |
| 13 | Раздел 13. Связанные вибраторы. Несимметричный вибратор (НВ). | 2 | 4 | | | 4 | 10 |
| 14 | Раздел 14. Антенные решетки (АР). | 2 | 4 | | | 10 | 16 |
| 15 | Раздел 15. Щелевые излучатели и волноводно- щелевые антенные решетки (ЩАР). | 2 | 4 | 4 | | 10 | 20 |
| 16 | Раздел 16. Апертурные антенны. | 2 | 4 | 6 | | 6 | 18 |
| 17 | Раздел 17. Использование антенн на радиолиниях разного назначения | 2 | | 4 | | 4 | 10 |
| 18 | Раздел 18. Антенны декаметровых (коротких) радиоволн. | 2 | | | | 6 | 8 |
| 19 | Раздел 19. Антенны гектометровых (СВ), километровых (ДВ), и мириаметровых (СДВ) волн. | 2 | | | | 4 | 6 |

| | | | | | | | |
|----|---|----|----|----|---|--------|--------|
| 20 | Раздел 20. Миниатюризация антенн и проблема электромагнитной совместимости (ЭМС). | 2 | | | | 4 | 6 |
| | Итого: | 40 | 32 | 28 | - | 107.75 | 207.75 |

6. Лекции

Очная форма обучения

Таблица 6

| № п/п | Номер раздела | Тема лекции | Всего часов |
|----------|------------------|--|----------------|
| 1 | 1 | Вводная лекция. Основные задачи излучения и распространения радиоволн. Основные характеристики антенн. Структура радиолинии. | 2 |
| 2 | 2 | Распространение радиоволн в свободном пространстве. Диапазоны радиоволн. | 2 |
| 3 | 3 | Распространение земных радиоволн. Случай низко поднятых антенн. Примеры применения. | 2 |
| 4 | 4 | Распространение земных радиоволн. Случай высоко поднятых антенн. Вывод интерференционной формулы.. Примеры применения. | 2 |
| 5 | 5 | Поляризация волн. Распространение волн различных поляризаций над поверхностью Земли. | 2 |
| 6 | 6 | Распространение радиоволн в тропосфере. | 2 |
| 7 | 7 | Распространение радиоволн в ионосфере. | 2 |
| 8 | 8 | Космические линии связи | 2 |
| 9 | 9 | Учет затуханий сигнала на радиолиниях фиксированной радиосвязи. | 2 |
| 10 | 10 | Особенности распространения радиоволн различных диапазонов. Примеры работы связи различных диапазонов. | 2 |
| 11 | 11 | Основные параметры антенн. | 2 |
| 12 | 12 | Симметричный вибратор в свободном пространстве. | 2 |
| 13 | 13 | Несимметричный вибратор. Связанные вибраторы. | 2 |
| 14 | 14 | Антенные решетки. | 2 |
| 15 | 15 | Щелевые антенны. Волноводно-щелевые антенные решетки. | 2 |
| 16 | 16 | Апертурные антенны. | 2 |
| 17 | 17 | Использование антенн на радиолиниях различного назначения. | 2 |
| 18 | 18 | Антенны декаметровых радиоволн. | 2 |
| 19 | 19 | Антенны гектометровых, километровых и мириаметровых волн. | 2 |
| 20 | 20 | Миниатюризация антенн и проблема электромагнитной совместимости. | 2 |
| | | Итого: | 40 |

7. Лабораторный практикум

Очная форма обучения

Таблица 7

| № п/п | Номер раздела | Наименование лабораторной работы | Всего часов |
|----------|------------------|---|----------------|
| 1 | 2 | Исследование области пространства, наиболее существенной при распространении радиоволн (зоны Френеля) | 4 |
| 2 | 3 | Исследование процесса распространения радиоволн над плоской поверхностью | 4 |

| | | | |
|--------|----|---|----|
| 3 | 5 | Исследование отражения радиоволн от поверхностей разных типов | 6 |
| 4 | 15 | Исследование волноводно-щелевой антенны | 4 |
| 5 | 16 | Исследование рупорных антенн | 4 |
| 6 | 16 | Исследование параболической антенны | 2 |
| 7 | 17 | Исследование методов устранения влияния отраженной от зеркала волны на облучатель параболических антенн | 4 |
| Итого: | | | 28 |

8. Практические занятия (семинары)

Очная форма обучения

Таблица 8

| № п/п | Номер раздела | Тема занятия | Всего часов |
|----------|------------------|--|----------------|
| 1 | 2 | Расчет напряженности поля в свободном пространстве. | 4 |
| 2 | 3 | Расчет поля при распространении радиоволн над плоской земной поверхностью. | 4 |
| 3 | 4 | Учет рефракции радиоволн на радиолиниях | 4 |
| 4 | 8 | расчет энергетики космических и спутниковых радиолиний | 4 |
| 5 | 13 | Расчет характеристик вибраторных антенн | 4 |
| 6 | 14 | Расчет антенных решеток | 4 |
| 7 | 15 | Расчет щелевых антенн | 4 |
| 8 | 16 | Расчет зеркальных антенн | 4 |
| Итого: | | | 32 |

9. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Рабочим учебным планом не предусмотрено

10. Самостоятельная работа

Очная форма обучения

Таблица 9

| № п/п | Номер раздела | Содержание самостоятельной работы | Форма контроля | Всего часов |
|----------|------------------|---|----------------|----------------|
| 1 | 2 | Распространение радиоволн (РРВ) в свободном пространстве | коллоквиум | 9.75 |
| 2 | 3 | Распространение земных радиоволн | коллоквиум | 10 |
| 3 | 6 | Распространение тропосферных радиоволн | коллоквиум | 10 |
| 4 | 7 | Распространение ионосферных волн | коллоквиум | 10 |
| 5 | 10 | Модели и особенности РРВ разных диапазонов | коллоквиум | 10 |
| 6 | 11 | Основные параметры антенны | коллоквиум | 6 |
| 7 | 12 | Основы теории антенн. Симметричный вибратор (СВ) в свободном пространстве | коллоквиум | 4 |
| 8 | 13 | Связанные вибраторы. Несимметричный вибратор (НВ) | коллоквиум | 4 |
| 9 | 14 | Антенные решетки (АР) | коллоквиум | 10 |
| 10 | 15 | Щелевые излучатели и волноводно-щелевые антенные решетки (ЩАР) | коллоквиум | 10 |
| 11 | 16 | Апертурные антенны | коллоквиум | 6 |

| | | | | |
|--------|----|---|------------|--------|
| 12 | 17 | Использование антенн на радиолиниях разного назначения | коллоквиум | 4 |
| 13 | 18 | Антенны декаметровых (коротких) радиоволн | коллоквиум | 6 |
| 14 | 19 | Антенны гектометровых (СВ), километровых (ДВ) и мириаметровых (СДВ) волн. | коллоквиум | 4 |
| 15 | 20 | Миниатюризация антенн и проблема электромагнитной совместимости (ЭМС) | коллоквиум | 4 |
| Итого: | | | | 107.75 |

11. Перечень учебно-методического обеспечения 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;

12. 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.

13. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

13.1. Основная литература:

1. 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. Ястребов ; 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.
2. Мандель, А. Е. Распространение радиоволн : [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Е. Мандель, В.А. Замотринский. - Томск : ТУСУР, 2012. - 163 с. : ил. - URL: <http://ibooks.ru/reading.php?productid=27952>. - ISBN TUSUR025 : Б. ц.
3. 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.
4. 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.

13.2. 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. Косарев, Александр Васильевич.

Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн. Расчет антенны базовой станции : [Электронный ресурс] : учебно - методическое пособие по курсовому проектированию / А. В. Косарев, Г. И. Трецинская ; рец. В. А. Лаврухин ; Федеральное агентство связи, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ, 2016. - 51 с. : ил, табл. - 540.61 р.

5. Антенны : учебное пособие / Ю. Т. Зырянов [и др.] ; рец.: Л. А. Овчаренко, А. А. Воробьев, О. Ю. Перфилов. - 2-е изд., пер. и доп. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2016. - 411 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1968-5 : 850.08 р. - Текст : непосредственный.

6. 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.

7. Неганов В. А. Устройства СВЧ и антенны : учебник / В. А. Неганов, Д. С. Клюев, Д. П. Табаков ; ред. В. А. Неганов. - Стер. изд. - М. : ЛЕНАНД. - Текст : непосредственный. Ч. 2 : Теория и техника антенн / рец. С. Б. Раевский. - 2016. - 728 с. : ил. - ISBN 978-5-9710-2722-5 : 858.00 р.

8. Неганов В. А. Устройства СВЧ и антенны : учебник / В. А. Неганов, Д. С. Клюев, Д. П. Табаков ; ред. В. А. Неганов. - Стер. изд. - М. : ЛЕНАНД. - Текст : непосредственный. Ч. 1 : Проектирование, конструктивная реализация, примеры применения устройств СВЧ / рец. С. Б. Раевский. - 2017. - 608 с. : ил. - ISBN 978-5-9710-4320-1 : 780.00 р.

9. 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.

10. 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.-Петербург. гос. ун-т телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. - СПб. : СПбГУТ, 2019. - 64 с. - 826.10 р.

11. 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.

14. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- www.sut.ru
- lib.spbgu.ru/jirbis2_spbgu

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

15.1. Программное обеспечение дисциплины:

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

15.2. Информационно-справочные системы:

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

15.3. Дополнительные источники

16. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

16.1. 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 помочь 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.

16.2. 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.

16.3. 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.

16.4. 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 обучающегося 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 подтверждение 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).

16.5. 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).

17. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 10

| № 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 |
| 7 | Лаборатория "Подготовка визуального контента в мультимедийных программах" | Лабораторные стенды (установки) Контрольно-измерительные приборы |
| 8 | Лаборатория "Технологии и оборудования производства программ телевизионного и звукового вещания" | Лабораторные стенды (установки) Контрольно-измерительные приборы |
| 9 | Лаборатория антенно-фидерных устройств. | Лабораторные стенды (установки) Контрольно-измерительные приборы |
| 10 | Лаборатория исследования радиотехнических систем. | Лабораторные стенды (установки) Контрольно-измерительные приборы |
| 11 | Лаборатория приема и обработки радиосигналов | Лабораторные стенды (установки) Контрольно-измерительные приборы |
| 12 | Лаборатория радиолокации и радионавигации | Лабораторные стенды (установки) Контрольно-измерительные приборы |
| 13 | Лаборатория радиоприемных устройств | Лабораторные стенды (установки) Контрольно-измерительные приборы |
| 14 | Лаборатория радиорелейных и спутниковых систем | Лабораторные стенды (установки) Контрольно-измерительные приборы |
| 15 | Лаборатория распространения радиоволн | Лабораторные стенды (установки) Контрольно-измерительные приборы |
| 16 | Лаборатория систем радиоуправления | Лабораторные стенды (установки) Контрольно-измерительные приборы |
| 17 | Лаборатория технической электродинамики и устройств СВЧ. | Лабораторные стенды (установки) Контрольно-измерительные приборы |