

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УМР

_____ Е.В. Коновалова

15 июня 2023 г., протокол УМС №5

МОДУЛЬ ДИСЦИПЛИН ПРОФИЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

Антенно-фидерные устройства

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Радиоэлектроники и электроэнергетики
Учебный план	bz110302-ТелекомСист-23-3.plx 11.03.02 ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ Направленность (профиль): Телекоммуникационные системы и сети информационных технологий
Квалификация	бакалавр
Форма обучения	заочная
Общая трудоемкость	5 ЗЕТ

Часов по учебному плану	180	Виды контроля на курсах: экзамены 4
в том числе:		
аудиторные занятия	16	
самостоятельная работа	155	
часов на контроль	9	

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	3		4		Итого	
	уп	рп	уп	рп		
Лекции	2	2	4	4	6	6
Лабораторные			4	4	4	4
Практические	2	2	4	4	6	6
Итого ауд.	4	4	12	12	16	16
Контактная работа	4	4	12	12	16	16
Сам. работа	68	68	87	87	155	155
Часы на контроль			9	9	9	9
Итого	72	72	108	108	180	180

Программу составил(и):

к.ф.-м.н., Доцент, Рыжаков В.В.

Рабочая программа дисциплины

Антенно-фидерные устройства

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 930)

составлена на основании учебного плана:

11.03.02 ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ

Направленность (профиль): Телекоммуникационные системы и сети информационных технологий
утвержденного учебно-методическим советом вуза от 15.06.2023 протокол № 5.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Радиоэлектроники и электроэнергетики

Зав. кафедрой Радиоэлектроники и электроэнергетики к.ф.-м.н., доцент Рыжаков В.В.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1	В результате изучения дисциплины «Антенно-фидерные устройства» у обучающихся формируются знания, умения и навыки позволяющие проводить самостоятельное проектирование сложных антенно-фидерных устройств систем радиосвязи и радиодоступа, понимать сущность процессов связанных с распространением радиоволн в условиях сложного рельефа и искусственных неоднородностей, обеспечивать выполнение требований электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств.
1.2	Изучение дисциплины способствует подготовке обучающихся к освоению основных профессиональных дисциплин в области телекоммуникационных систем и сетей информационных технологий.
1.3	Целью изучения дисциплины «Антенно-фидерные устройства» является формирование у обучающихся общей теории распространения радиоволн, методам расчета, моделирования и конструирования современных антенно-фидерных устройств, а также особенностям распространения радиоволн и их влияния на работу радиолиний в системах наземного и спутникового телерадиовещания.
1.4	Задачи:
1.5	- изучение особенностей распространения радиоволн и их влияния на работу радиолиний в особенности систем подвижной радиосвязи различного направления;
1.6	- ознакомление с принципами действия и основные параметры различных типов передающих и приемных антенн в телекоммуникационных технологиях и системах связи;
1.7	- формирование умений собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов; умений проводить расчёты по проекту сетей, сооружений и средств телекоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приёмов и средств автоматизации проектирования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.01
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Сигналы и сообщения электросвязи
2.1.2	Введение в профессиональную деятельность
2.1.3	Информатика
2.1.4	Высшая математика
2.1.5	Инженерная математика
2.1.6	Теоретические основы электротехники
2.1.7	Физика
2.1.8	Метрология
2.1.9	Материаловедение
2.1.10	Инженерная и компьютерная графика
2.1.11	Электромагнитные поля и волны
2.1.12	Компьютерное моделирование электрических цепей и устройств
2.1.13	Электроника
2.1.14	Основы проектной деятельности
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Микропроцессорные устройства электросвязи
2.2.2	Радиопередающие устройства
2.2.3	Радиоприемные устройства
2.2.4	Сети связи и системы коммутации
2.2.5	Основы теории телетрафика
2.2.6	Наземные и космические системы радиосвязи
2.2.7	Надежность и безопасность систем связи и телекоммуникаций
2.2.8	Эксплуатация и управление сетями и системами связи
2.2.9	Технологии сетей радиодоступа
2.2.10	Технологии сенсорных сетей
2.2.11	Цифровая обработка сигналов
2.2.12	Формирование и обработка сигналов сетей радиодоступа
2.2.13	Управление радиочастотным спектром и электромагнитная совместимость
2.2.14	Регулирование отрасли связи
2.2.15	Учебная практика, практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ОПК-1.4: Использует методы анализа, расчета и моделирования конструкционных и электротехнических материалов, линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока, теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами, функций и основных характеристик электрических и электронных устройств
ОПК-2.1: Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи
ОПК-2.2: Разрабатывает решение конкретной задачи, выбирая оптимальный вариант, оценивая его достоинства и недостатки
ОПК-2.5: Определяет методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации
ОПК-2.6: Применяет способы и средства измерений и проводит экспериментальные исследования
ОПК-2.7: Обрабатывает и представляет полученные данные и оценивает погрешности результатов измерений
ОПК-3.1: Осуществляет поиск информации из различных источников и баз данных о закономерностях передачи информации в инфокоммуникационных системах, основных видах сигналов, используемых в телекоммуникационных системах, особенностях передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем
ОПК-3.2: Анализирует принципы, основные алгоритмы и устройства цифровой обработки сигналов; принципы построения телекоммуникационных систем различных типов и способы распределения информации в сетях связи
ОПК-3.4: Строит вероятностные модели для конкретных процессов, проводит необходимые расчеты в рамках построенной модели
ОПК-4.3: Применяет интерактивные программные комплексы и основные приемы обработки экспериментальных данных, в том числе с использованием стандартного программного обеспечения, пакетов программ общего и специального назначения
ОПК-4.5: Использует методы компьютерного моделирования физических процессов при передаче информации, техники инженерной и компьютерной графики
ПК-2.7: Определяет функциональную структуру объектов, систем связи (телекоммуникационных систем)
ПК-2.8: Обосновывает выбор информационных технологий, предварительных технических решений по объектам, системам связи (телекоммуникационным системам) и их компонентам, оборудования и программного обеспечения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1 Знать:
3.1.1 - структуру функциональную структуру объектов и систем связи;
3.1.2 - методы компьютерного моделирования физических процессов при передачи информации, инженерной и компьютерной графики;
3.1.3 расчёты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием;
3.1.4 - состав и назначение антенно-фидерных устройств и особенности распространения радиоволн в зависимости от диапазона частот;
3.1.5 - общую характеристику различных видов каналов передачи информации, в том числе спутниковых;
3.1.6 - сущность физических процессов, происходящих при распространении радиоволн в системах телерадиовещания;
3.1.7 - современные теоретические и экспериментальные методы исследования телекоммуникационных систем и сетей информационных технологий и систем мобильной связи с целью создания новых перспективных средств электросвязи;
3.1.8 - методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации;
3.1.9 - методы анализа, расчета и моделирования материалов, цепей постоянного и переменного тока, переходных процессов, теории электромагнитного поля и цепей с распределительными параметрами и основных характеристик электронных устройств.
3.2 Уметь:
3.2.1 - выбирать информационные технологии и программное обеспечение в телекоммуникационных системах связи;
3.2.2 - применять интерактивные программные комплексы и основные приемы обработки экспериментальных данных;
3.2.3 - осуществлять выбор вида антенн в зависимости от частотного диапазона;
3.2.4 - производить расчёт линий передачи, основных устройств высокочастотного тракта, сооружений и средств инфокоммуникаций излучателей для обеспечения требуемых характеристик и параметров;
3.2.5 - осуществлять поиск информации из различных источников и баз данных о передаче информации в инфокоммуникационных системах;
3.2.6 - использовать основные законы электродинамики в инженерной деятельности;
3.2.7 - применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования;

3.2.8	- разрабатывать решение конкретной задачи выбирая оптимальный вариант;
3.2.9	- выбрать современные теоретические и экспериментальные методы исследования телекоммуникационных технологий и систем связи.
3.3 Владеть:	
3.3.1	- навыками применения интерактивные программные комплексы и основные приемы обработки экспериментальных данных;
3.3.2	- навыками выбора вида антенн в зависимости от частотного диапазона;
3.3.3	- навыками расчёта линий передачи, основных устройств высокочастотного тракта, сооружений и средств инфокоммуникаций излучателей для обеспечения требуемых характеристик и параметров.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Примечание
	Раздел 1. Распространение радиоволн					

1.1	Тема №1.1 Введение. Предмет, содержание и задачи дисциплины. Классификация радиоволн. Способы построения радиолоний. Исторический обзор развития теории распространения радиоволн и антенной техники. Антенно-фидерные устройства. Электромагнитные волны. Основные законы электромагнитного поля. Переменное электромагнитное поле. Распространение радиоволн. Международная классификация диапазонов радиоволн (частот). Атмосфера Земли: тропосфера, стратосфера и ионосфера. Параметры, влияющие на распространение радиоволн различных частот в тропосфере и ионосфере. /Лек/	3	2	ПК-2.7 ПК-2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
1.2	Тема №1.1 Введение. Предмет, содержание и задачи дисциплины. Классификация радиоволн. Способы построения радиолоний. Исторический обзор развития теории распространения радиоволн и антенной техники. Антенно-фидерные устройства. Электромагнитные волны. Основные законы электромагнитного поля. Переменное электромагнитное поле. Распространение радиоволн. Международная классификация диапазонов радиоволн (частот). Атмосфера Земли: тропосфера, стратосфера и ионосфера. Параметры, влияющие на распространение радиоволн различных частот в тропосфере и ионосфере. /Пр/	3	2		Л1.3	

1.3	Тема №1.2 Распространение радиоволн в свободном пространстве. Расчет напряжённости поля при ненаправленном излучении. Понятие коэффициента направленного действия антенны и коэффициента усиления напряжённости поля в месте приёма. Баланс мощностей на радиоприемах разного типа. Основные потери при распространении радиоволн. Область пространства, участвующая в распространении радиоволн. Зоны Френеля. Электромагнитные параметры земной поверхности разного типа: лесных массивов, холмистой местности, застроенных участков. Распространение радиоволн при низко расположенных антеннах. Формула Шулейкина – Ван-дер-Поля. Дифракционные формулы В.А. Фока. /Ср/	3	10	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-3.1 ОПК-3.4 ПК-2.7 ПК-2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
1.4	Лабораторная работа №1. Исследование характеристик направленности симметричного вибратора /Лаб/	4	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-4.3 ОПК-4.5 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
1.5	Тема №1.3 Распространение земных волн (метровых, дециметровых, сантиметровых) над неровной поверхностью в пределах прямой видимости. Распространение тропосферных волн за пределы прямой видимости. Распространение радиоволн в пределах прямой видимости и холмистой местности. Отражение от шероховатых поверхностей, критерий Рэлея. Дальнее тропосферное распространение. Поглощение радиоволн в тропосфере. Характеристики турбулентности атмосферы. Механизм рассеяния радиоволн на локальных неоднородностях диэлектрической проницаемости атмосферы. Объём рассеяния и эффективная площадь рассеяния. Характеристики замираний и многолучевость при тропосферном распространении. Потери усиления антенн. Определение надёжности работы линий при наличии замираний. Методы борьбы с замираниями. /Ср/	3	15	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.4 ОПК-4.3 ОПК-4.5 ПК-2.7 ПК-2.8 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	

1.6	Тема №1.4 Особенности распространения декаметровых радиоволн (коротких волн). Состав и строение ионосферы. Механизм ионизации. Преломление в ионосфере наклонно падающих лучей. Условия поворота луча на Землю. Максимальные частоты. Отражение от ионосферы вертикально падающих лучей. Критическая частота. Интерференционные и поляризованные замирания. Расчет напряженности по модернизированной методике А.Н. Казанцева. Влияние цикла солнечной активности и ионосферных возмущений на распространение радиоволн. /Ср/	3	15	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.6 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.4 ОПК-4.3 ОПК-4.5 ПК-2.7 ПК-2.8 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
1.7	Тема №1.5 Особенности распространения гектометровых, километровых и мириаметровых волн (средних, длинных и сверхдлинных). Области применения гектометровых волн. Механизм распространения. Суточный ход характеристик поля. Зоны ближних и дальних замираний. Методы борьбы с замираниями. Перекрестная модуляция в ионосфере. Методы расчета напряженности поля. Область применения километровых и мириаметровых волн. Распространение в сферическом волноводе «Земля - ионосфера». Особенности распространения, связанные с влиянием постоянного магнитного поля Земли. Методы расчета напряжённости поля. Распространение мириаметровых волн вдоль магнитных силовых линий, свистящие атмосферники. /Ср/	3	15	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.4 ОПК-4.3 ОПК-4.5 ПК-2.7 ПК-2.8 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
1.8	Тема №1.6 Распространение радиоволн в спутниковых каналах телерадиовещания. Помехи радиоприему. Шумовая температура. Распространение радиоволн в каналах наземных систем подвижной радиосвязи (СПР). Характеристики помех от различных источников природного происхождения Характеристики помех от промышленных помех и помех от других наземных сооружений. /Ср/	3	13	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.4 ОПК-4.3 ОПК-4.5 ПК-2.7 ПК-2.8 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
1.9	Лабораторная работа №3. Исследование входного сопротивления и диаграммы направленности спиральной антенны /Лаб/	4	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-4.3 ОПК-4.5 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
	Раздел 2. Основы теории антенн. Антенно-фидерные устройства.					

2.1	Тема 2.1 Симметричный вибратор в свободном пространстве. Основные параметры, характеризующие направленные и поляризационные свойства антенн. Строгие и приближенные методы анализа поля симметричного вибратора и их границы применимости. Электромагнитное поле симметричного вибратора в дальней зоне. Направленные свойства. Мощность и сопротивление излучения, резонансная длина симметричного вибратора. Входное сопротивление. Коэффициент направленного действия, действующая длина вибратора. Симметричные щелевые вибраторы. Расчет характеристик направленности, проводимости излучения и входной проводимости на основе принципа двойственности. Входное сопротивление антенны, условие резонанса. Амплитудная и фазовая диаграмма направленности. /Лек/	4	2	ПК-2.7 ПК-2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.2	Практическое занятие №4. Определения критерия Рэлея. Вычисление объема рассеяния и эффективной площади рассеяния. Определение надёжности работы линий при наличии замираний. Расчет напряженности по модернизированной методике А.Н. Казанцева. /Пр/	4	2	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.4 ОПК-4.3 ОПК-4.5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.3	Тема 2.1 Симметричный вибратор в свободном пространстве. Основные параметры, характеризующие направленные и поляризационные свойства антенн. Строгие и приближенные методы анализа поля симметричного вибратора и их границы применимости. Электромагнитное поле симметричного вибратора в дальней зоне. Направленные свойства. Мощность и сопротивление излучения, резонансная длина симметричного вибратора. Входное сопротивление. Коэффициент направленного действия, действующая длина вибратора. Симметричные щелевые вибраторы. Расчет характеристик направленности, проводимости излучения и входной проводимости на основе принципа двойственности. Входное сопротивление антенны, условие резонанса. Амплитудная и фазовая диаграмма направленности. /Ср/	4	9	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.4 ОПК-4.3 ОПК-4.5 ПК-2.7 ПК-2.8 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.4	Тема 2.2 Теория приема и передачи радиоволн антеннами. Использование принципа взаимности для анализа приемных антенн. Эквивалентная схема приемной антенны. Мощность, выделяемая в нагрузке. Основные характеристики направленности приемных антенн: площадь приемной антенны, согласование её с передающей антенной по поляризации. Шумовая температура приемной антенны. /Лек/	4	2	ПК-2.7 ПК-2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	

2.5	Тема 2.2 Теория приема и передачи радиоволн антеннами. Использование принципа взаимности для анализа приемных антенн. Эквивалентная схема приемной антенны. Мощность, выделяемая в нагрузке. Основные характеристики направленности приемных антенн: площадь приемной антенны, согласование её с передающей антенной по поляризации. Шумовая температура приемной антенны. /Ср/	4	8	ОПК-2.2 ОПК-2.7 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-4.3 ОПК-4.5 ПК-2.8 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.6	Практическое занятие №5. Мощность и сопротивление излучения, резонансная длина симметричного вибратора и нагрузке. Входное сопротивление. Коэффициент направленного действия, действующая длина вибратора. /Пр/	4	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-3.2 ОПК-3.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.7	Тема 2.3 Излучение системы из двух вибраторов. Несимметричный вибратор. Расчет системы двух вибраторов методом наведенных ЭДС. Наведенные и взаимные сопротивления. Пассивные вибраторы: рефлектор и детектор. Границы применимости метода наведённых ЭДС. Излучение вибратора над металлической поверхностью. Метод зеркальных изображений. Несимметричный вибратор. Оценка влияния Земли для случаев нормальной и параллельной поляризации. /Ср/	4	9	ОПК-2.2 ОПК-2.6 ОПК-3.1 ОПК-4.3 ПК-2.8 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.8	Тема 2.4 Методы получения узких диаграмм направленности. Типы антенн. Антенные решетки. Излучающие антенные решетки. Линейные эквидистанционные антенные решетки с синфазным питанием. Режим поперечного излучения. Анализ множителя решетки. Влияние расстояния между элементами антенны на её характеристики. Условие отсутствия побочных главных максимумов. Управление диаграммой направленности антенны изменением амплитудно-фазового распределения токов на элементах. Режим осевого излучения (антенны бегущей волны). Плоские антенны. Излучение прямоугольной и круглой синфазных поверхностей. /Ср/	4	9	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.4 ОПК-4.3 ОПК-4.5 ПК-2.8 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	

2.9	<p>Тема 2.5 Простые вибраторные антенны. Типы симметричных и несимметричных вибраторов. Шлейф- вибратор Пистолькорса. Вибраторы с линейными и апериодическими рефлекторами. Вибратор Надененко. Биконический вибратор. Шунтовый вибратор Айзенбергера. Схемы питания симметричного вибратора. Симметрирующие и согласующие устройства. Антенны передающих телевизионных центров. Приемные антенны. Антенны для коллективного приема. Щелевые антенны в плоском экране ограниченных размеров. Волновые щелевые антенны. Спиральные антенны. /Ср/</p>	4	9	ПК-2.7 ПК-2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.10	<p>Тема 2.6 Апертурные антенны. Рупорные антенны. Типы рупорных антенн.Секториальные, пирамидальные и конические рупоры. Амплитудно-фазовое распределение поля в раскрыве, направленного свойства. Оптимальные размеры рупора, согласование с волноводом. Фазовый центр рупора. Рупоры с круговой поляризацией поля. Коррекция фаз в раскрыве. Зеркальные антенны. Параболические однозеркальные антенны. Принцип действия. Направленные свойства. Фактор, влияющие на КНД зеркальные антенны. Управление диаграммой направленности путем смещения облучателя из фокуса. Требования к точности изготовления. Антенна с зеркалом в виде параболического цилиндра. Угловая антенна. Двухзеркальные антенны. /Ср/</p>	4	9	ПК-2.7 ПК-2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.11	<p>Тема 2.7 Антенны декаметровых волн. Слабонаправленные антенны: вибратор Наденко, шунтовые вибраторы, уголкоый симметричный вибратор. Согласование с питающей линией. Синфазная горизонтальная диапазонная антенна. Типы рефлекторов: настроенные, активные диапазоны, апериодические. Направленные свойства. Синфазные диапазонные антенны, основанные на принципе самодополнительности. Ромбическая антенна. Принцип действия. Направленные свойства, КПД; диапазон использования. Двойная ромбическая антенна. Согласование с питающей линией. Антенна бегущей волны. Принцип действия. Выбор элементов связи между вибраторами и линией. Направленные свойства антенны с резисторной связью. Сложные антенны бегущей волны с управляемой диаграммой направленности. /Ср/</p>	4	9	ПК-2.7 ПК-2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	

2.12	Тема 2.8 Антенны метрических, километровых и гектометровых волн. Проволочные Т-, Г- образные и зонтичные антенны. Требования методы расчета основных параметров. Методы расширения полосы рабочих частот и увеличения КПД антенн. Системы заземления, противовесы. Вращательные антенны гектометровых волн. Заземленные антенны – мачты. Антенна Айзенберга с регулируемым распределением тока. Антенна с двумя точками питания. Щелевые антенны на низких опорах. Пневматические антенны-мачты. Сложные антенны для радиовещания. Фидерные трассы. Выполнение линий питания, согласование с антенной. Приемные антенны километровых и гектометровых волн. Несимметричные вертикальные антенны. Рамочные антенны. /Ср/	4	9	ПК-2.7 ПК-2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.13	Тема 2.9 Электромагнитная совместимость антенны. Сущность проблемы электромагнитной совместимости антенн. Влияние боковых излучений антенны на качество работы. Способы подавления излучения в требуемом направлении. Защитные экраны в апертурных антеннах. Компенсационные методы. Решение проблемы электромагнитной совместимости адаптивными антеннами. Требования к величине взаимной развязки. Развязка антенн по поляризации. /Ср/	4	8	ПК-2.7 ПК-2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.14	Тема 2.10 Вопросы миниатюризации антенн. Электрические вибраторы малых размеров с включенными в них активными приборами и реактивными элементами. Антенны в полосковом исполнении. /Ср/	4	8	ПК-2.7 ПК-2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.15	Контрольная работа /Контр.раб./	4	0	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.4 ОПК-4.3 ОПК-4.5 ПК-2.7 ПК-2.8 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
Раздел 3. Экзамен						

3.1	Экзамен /Экзамен/	4	9	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.4 ОПК-4.3 ОПК-4.5 ПК-2.7 ПК-2.8 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
-----	-------------------	---	---	---	--	--

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

5.1. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

Представлены отдельным документом

5.2. Оценочные материалы для диагностического тестирования

Представлены отдельным документом

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1		Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства. Ч. 1: в 2 ч.: учебное пособие	Санкт-Петербург: СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2019, электронный ресурс	1
Л1.2		Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства. Ч. 2: в 2 ч.: учебное пособие	Санкт-Петербург: СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2019, электронный ресурс	1
Л1.3	Дмитриев В. Н., Пищин О. Н.	Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства в системах подвижной радиосвязи: учебное пособие	Астрахань: АГТУ, 2022, электронный ресурс	1

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Андрусевич, Л. К., Ищук, А. А., Телешева, А. Н.	Антенно-фидерные устройства: методические указания по курсовому проектированию	Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2013, электронный ресурс	1
Л2.2	Шошин Е. Л.	Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства: исследование характеристик логопериодической антенны: методические рекомендации по выполнению лабораторной работы	Сургут: Издательский центр СурГУ, 2021, электронный ресурс	1

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
ЛЗ.1	Коростелев Ю. С., Пашин А. В.	Электродинамика - это просто: Учебное пособие для самостоятельной работы студентов	Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2010, электронный ресурс	1
ЛЗ.2	Абышев С. В., Трефилов Н. А.	Антенно-фидерные устройства в системах мобильной связи: методические указания по лабораторным работам	Москва: РТУ МИРЭА, 2021, электронный ресурс	1
ЛЗ.3	Косарев А. В., Трещинская Г. И., Смирнов Р. В., Межевов П. А., Дмитриева В. В.	Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства: учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ	Санкт-Петербург: СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2019, электронный ресурс	1

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Единое окно доступа к образовательным ресурсам https://window.edu.ru
Э2	Научная библиотека ФИРЭ им. В.А. Котельникова РАН https://fireras.su/biblio/
Э3	Издательство Радиотехника http://www.radiotec.ru/
Э4	Справочные издания по антеннам http://www.antentop.org/
Э5	Программы по расчету антенн http://radio-stv.ru/radiolyubitelskie-programmyi/antennyi

6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Microsoft Word 2010
6.3.1.2	Microsoft Exsel 2010
6.3.1.3	Microsoft PowerPoint 2010
6.3.1.4	MathCad
6.3.1.5	MATLAB

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Гарант-информационно-правовой портал. http://www.garant.ru/
6.3.2.2	КонсультантПлюс –надежная правовая поддержка. http://www.consultant.ru/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Аудитории:
7.2	102 Лаборатория инфокоммуникационных средств
7.3	305 Лаборатория радиотехнических устройств и систем.
7.4	Учебно-лабораторное оборудование в составе: медиа проектор, экран, ноутбук, компьютеры имеющие доступ в Интернет и электронному образовательному portalу кафедры радиоэлектроники и электроэнергетики Политехнического института Сургутского государственного университета.
7.5	Учебные занятия по дисциплине «Антенно-фидерные устройства» предусматривают лекционные и лабораторные формы организации учебного процесса, выполнение контрольной работы.
7.6	Лекционные занятия проходят в аудиториях, оборудованных проекционными средствами для использования демонстрационных материалов и презентаций.
7.7	Лабораторные работы проходят в специализированной аудитории, компьютерных классах университета, оборудованных компьютерами.