

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	b110302-ТелекомСист-23-3.plx 11.03.02 ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ Направленность (профиль): Телекоммуникационные системы и сети информационных технологий
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	очная
Общая трудоемкость	5 ЗЕТ

Часов по учебному плану	180	Виды контроля в семестрах: экзамены 5
в том числе:		
аудиторные занятия	64	
самостоятельная работа	89	
часов на контроль	27	

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
	Неделя 17 3/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	32	32	32	32
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Итого ауд.	64	64	64	64
Контактная работа	64	64	64	64
Сам. работа	89	89	89	89
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	180	180	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	Высшая математика
2.1.4	Информатика
2.1.5	Теоретические основы электротехники
2.1.6	Инженерная математика
2.1.7	Физика
2.1.8	Основы проектной деятельности
2.1.9	Метрология
2.1.10	Компьютерное моделирование электрических цепей и устройств
2.1.11	Материаловедение
2.1.12	Инженерная и компьютерная графика
2.1.13	Электроника
2.1.14	Электромагнитные поля и волны
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Учебная практика, практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы
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	Надежность и безопасность систем связи и телекоммуникаций
2.2.7	Эксплуатация и управление сетями и системами связи
2.2.8	Наземные и космические системы радиосвязи
2.2.9	Технологии сетей радиодоступа
2.2.10	Технологии сенсорных сетей
2.2.11	Формирование и обработка сигналов сетей радиодоступа
2.2.12	Цифровая обработка сигналов
2.2.13	Управление радиочастотным спектром и электромагнитная совместимость
2.2.14	Регулирование отрасли связи
2.2.15	Микропроцессорные устройства электросвязи

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
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
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
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-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-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

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 радиолиний. 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/	5	2	ПК-2.7 ПК-2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
1.2	Практическое занятие №1. Основные законы электромагнитного поля. Международная классификация диапазонов радиоволн (частот). Параметры, влияющие на распространение радиоволн. /Пр/	5	2	ПК-2.7 ПК-2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
1.3	Самостоятельная работа №1. Составление схемы распространения волн различных диапазонов /Ср/	5	5	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	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 радиолиниях 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 – Вандер-Поля. Дифракционные формулы В.А. Фока. /Лек/	5	2	ПК-2.7 ПК-2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	

1.5	Лабораторная работа №1. Исследование характеристик направленности симметричного вибратора /Лаб/	5	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	
1.6	Самостоятельная работа №2. Составление конспекта на тему "Электромагнитные параметры земной поверхности разного типа" /Ср/	5	5	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	
1.7	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 многолучёвость при тропосферном распространении. Потери усиления антенн. Определение надёжности работы линий при наличии замираний. Методы борьбы с замираниями. /Лек/	5	2	ПК-2.7 ПК-2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
1.8	Практическое занятие №2. Расчет напряжённости поля при ненаправленном излучении, коэффициента направленного действия антенны и коэффициента усиления напряжённости поля в месте приёма. Вычисление баланса мощностей на радиоприемах разного типа. /Пр/	5	2	ОПК-2.7 ОПК-3.1 ОПК-4.3 ОПК-4.5 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
1.9	Самостоятельная работа №3. Составление сообщения на тему "Распространение радиоволн в тропосфере" /Ср/	5	5	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	

1.10	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. /Лек/	5	2	ПК-2.7 ПК-2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
1.11	Лабораторная работа №2. Исследование характеристик направленности и диапазонных свойств телевизионных антенн дециметрового диапазона /Лаб/	5	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-3.1 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	
1.12	Самостоятельная работа №4. Подготовка таблицы "Распространение радиоволн в различных слоях атмосферы" /Ср/	5	5	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	
1.13	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 напряженности поля. Распространение мириаметровых волн вдоль магнитных силовых линий, свистящие атмосферерики. /Лек/	5	2	ПК-2.7 ПК-2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	

1.14	Практическое занятие №3. Определение дальностей горизонта и прямой видимости. Приведенные высоты антенн. Расчет напряженности поля в зонах прямой видимости, полутени и тени. Дифракционные формулы В.А. Фока. Формула Шулейкина – Ван-дер-Поля. /Пр/	5	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	
1.15	Самостоятельная работа №5. Построение схемы "Распространение в сферическом волноводе «Земля - ионосфера». /Ср/	5	5	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	
1.16	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 промышленных помех и помех от других наземных сооружений. /Лек/	5	2	ПК-2.7 ПК-2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
1.17	Лабораторная работа №3. Исследование входного сопротивления и диаграммы направленности спиральной антенны /Лаб/	5	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	
1.18	Самостоятельная работа №6. Решение задач на определение шумовой температуры антенны. /Ср/	5	5	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	
	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/	5	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 объёма рассеяния и эффективной площади рассеяния. Определение надёжности работы линий при наличии замираний. Расчет напряженности по модернизированной методике А.Н. Казанцева. /Пр/	5	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	Самостоятельная работа №7. Расчет характеристик направленности и проводимости излучения антенны. /Ср/	5	5	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/	5	2	ПК-2.7 ПК-2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.5	Лабораторная работа №4. Исследование линейной антенной решетки спиральных излучателей /Лаб/	5	2	ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-4.5 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	

2.6	Самостоятельная работа №8. Вычисление основных характеристик направленности приемных антенн: площадь приемной антенны, согласование её с передающей антенной по поляризации. /Ср/	5	6	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	
2.7	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. /Лек/	5	2	ПК-2.7 ПК-2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.8	Практическое занятие №5. Мощность и сопротивление излучения, резонансная длина симметричного вибратора и нагрузке. Входное сопротивление. Коэффициент направленного действия, действующая длина вибратора. /Пр/	5	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	
2.9	Самостоятельная работа №9. Расчет системы вибраторов методом наведенных ЭДС. /Ср/	5	6	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	
2.10	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. /Лек/	5	2	ПК-2.7 ПК-2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.11	Лабораторная работа №5 Исследование линейной антенной решетки спиральных излучателей /Лаб/	5	2	ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-3.1 ОПК-4.5 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	

2.12	Самостоятельная работа №10. Построение диаграмм направленности в полярной и прямоугольной системах координат /Ср/	5	6	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	
2.13	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. /Лек/	5	2	ПК-2.7 ПК-2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.14	Практическое занятие №6 Расчет характеристик направленности, проводимости излучения и входной проводимости на основе принципа двойственности. Входное сопротивление антенны, условие резонанса. Амплитудная и фазовая диаграмма направленности. /Пр/	5	2	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.4 ОПК-4.5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.15	Самостоятельная работа №11. Изучение схем питания симметричных вибраторов. /Ср/	5	6	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	

2.16	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. Факторы, 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. /Лек/	5	2	ПК-2.7 ПК-2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.17	Лабораторная работа №6 Исследование зеркальной параболической антенны /Лаб/	5	2	ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-3.1 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	
2.18	Самостоятельная работа №12. Построение диаграмм направленности рупорных и зеркальных антенн. /Ср/	5	6	ОПК-2.2 ОПК-2.6 ОПК-3.1 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	
2.19	Тема 2.7 Антенны декаметровых волн. Слабонаправленные антенны: вибратор Наденко, шунтовые вибраторы, уголкового симметричного вибратора. Согласование с питающей линией. Синфазная горизонтальная диапазонная антенна. Типы рефлекторов: настроенные, активные диапазоны, аперийодические. 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. /Лек/	5	2	ПК-2.7 ПК-2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.20	Практическое занятие №7 Способы изображения диаграмм направленности в различных системах координат. Коэффициенты направленного действия усиления, КПД, характеристика излучения антенны и её параметры. /Пр/	5	2	ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-3.1 ОПК-4.3 ОПК-4.5 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	

2.21	Самостоятельная работа №13. Определение коэффициента направленного действия усиления антенны, КПД, характеристика излучения антенны и её параметры. /Ср/	5	6	ОПК-2.7 ОПК-3.1 ОПК-3.4 ПК-2.7 ПК-2.8 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.22	Тема 2.8 Антенны дециметровых, 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. /Лек/	5	2	ПК-2.7 ПК-2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.23	Лабораторная работа №7. Изучение рамочной антенны в программной среде /Лаб/	5	2	ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-3.1 ОПК-4.5 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.24	Самостоятельная работа №14. Изучение конструктивных особенностей антенн и заземлений. /Ср/	5	6	ОПК-2.1 ОПК-2.5 ОПК-2.7 ОПК-3.2 ОПК-3.4 ОПК-4.3 ОПК-4.5 ПК-2.7 ПК-2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.25	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. /Лек/	5	2	ПК-2.7 ПК-2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.26	Практическое занятие №8. Расчет системы двух вибраторов методом наведенных ЭДС. Наведенные и взаимные сопротивления. /Пр/	5	2	ОПК-2.1 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	

2.27	Самостоятельная работа №15. Составление доклада "Электромагнитная совместимость антенны". /Ср/	5	6	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	
2.28	Тема 2.10 Вопросы миниатюризации антенн. Электрические вибраторы малых размеров с включенными в них активными приборами и реактивными элементами. Антенны в полосковом исполнении. /Лек/	5	2	ПК-2.7 ПК- 2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.29	Лабораторная работа №8. Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах /Лаб/	5	2	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	
2.30	Самостоятельная работа №16. Сравнительный анализ параметров антенн малых габаритов /Ср/	5	6	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	
2.31	Контрольная работа /Контр.раб./	5	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/	5	27	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
Л3.1	Коростелев Ю. С., Пашин А. В.	Электродинамика - это просто: Учебное пособие для самостоятельной работы студентов	Самара: Самарский архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2010, электронный ресурс	1
Л3.2	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

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
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	Лекционные занятия проходят в аудиториях, оборудованных проекционными средствами для использования демонстрационных материалов и презентаций.