

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: ПАНОВ Юрий Петрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 09.06.2025 11:34:26  
Уникальный программный ключ:  
e30ba4f0895d1683ed43800960e77389e6cbff62

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе"**

(МГРИ)

## Электродинамика и распространение радиоволн рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	<b>Промышленной кибербезопасности и защиты геоданных</b>		
Учебный план	s100503_25_BZO25.plx	Специальность	10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем
Квалификация	<b>Специалист по защите информации</b>		
Форма обучения	<b>очная</b>		
Общая трудоемкость	<b>3 ЗЕТ</b>		
Часов по учебному плану	108	Виды контроля в семестрах:	
в том числе:		зачеты	5
аудиторные занятия	48,25		
самостоятельная работа	59,75		

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	16 4/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Иные виды контактной работы	0,25	0,25	0,25	0,25
В том числе инт.	8	8	8	8
Итого ауд.	48,25	48,25	48,25	48,25
Контактная работа	48,25	48,25	48,25	48,25
Сам. работа	59,75	59,75	59,75	59,75
Итого	108	108	108	108

<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
1.1	Целью дисциплины является изучение законов и электродинамики и распространение радиоволн.
1.2	Основными задачами дисциплины являются:
1.3	- изучение основных уравнений электродинамики;
1.4	- овладение математическим аппаратом, методами физического исследования, техническими и программными средствами;
1.5	- овладение методами расчёта электромагнитных полей; - изучение основных особенностей распространения электромагнитных полей;
1.6	- приобретение навыков измерения и анализа основных параметров сигналов в электродинамических
1.7	- системах изучение физических процессов, с которыми связаны перспективы развития радиоэлектроники.

<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.02
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Кибербезопасность интеллектуальных автоматизированных систем управления технологическими процессами
2.2.2	Автоматизированные системы управления
2.2.3	Цифровая обработка сигналов в системах обеспечения информационной безопасности автоматизированных систем управления
2.2.4	Кодирование информации в автоматизированных системах управления
2.2.5	Математическое моделирование информационных потоков и систем защиты информации
2.2.6	Современные киберугрозы в промышленных и корпоративных системах автоматизации
2.2.7	Методы интеллектуального анализа данных в обеспечении информационной безопасности
2.2.8	Производственная практика (научно-исследовательская работа)
2.2.9	Производственная практика (преддипломная)

<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
<b>ПК-1: Способен моделировать защищенные автоматизированные системы с целью анализа их уязвимостей и эффективности средств и способов защиты информации</b>	
<b>Знать:</b>	
Уровень 1	методы проведения физических исследований, технические и программные средства, применяемые при анализе электромагнитных полей и волн; уравнения и законы электродинамики и распространения радиоволн; модели элементарных излучателей; основные типы антенн, применяемых при анализе электромагнитных полей; принципы построения и функционирования, примеры реализаций современных локальных и глобальных компьютерных сетей и их компонентов;
Уровень 2	назначение, функции и структуру информационных и библиографических систем; методы поиска, изучения и обобщения научно-технической литературы, нормативных и методических материалов; основные методы исследования по теме своей научно-исследовательской работы; основы теории цифровой обработки сигналов как теоретической базы для разработки и исследования методов обработки, приема и передачи данных в системах обеспечения информационной безопасности автоматизированных систем управления; актуальные угрозы информационной безопасности промышленных компаний, текущее состояние и эволюцию киберугроз как ответную реакцию на внедрение средств и мер информационной безопасности; цели и задачи автоматизации управления, общие понятия автоматизированных систем управления (АСУ), жизненный цикл, функции и виды АСУ
Уровень 3	состав автоматизированных систем управления технологическим процессом (АСУ ТП), виды обеспечения, классификацию и уровни управления АСУ ТП, место АСУ ТП в интегрированных системах управления; области задач организации информационных технологий и современные инструменты построения интеллектуальных систем, обеспечивающих информационную безопасность; основные принципы и проблематику теории обучения машин, основные современные методы обучения по прецедентам — классификации, кластеризации и регрессии; принципы организации информационных систем в соответствии с требованиями по защите информации; основные способы кодирования информации в автоматизированных системах управления (АСУ), обеспечивающие максимальную надежность и высокую скорость при ее передаче по каналам связи (коды: линейные, циклические, БЧХ, Хэмминга, Шеннона - Фано и Хаффмана); уязвимости современных АСУ ТП, подходы к устранению уязвимостей и построению системы защиты современных АСУ ТП; основные виды математических моделей информационных потоков и систем защиты

	информации и методы их построения
<b>Уметь:</b>	
Уровень 1	использовать методы проведения физических исследований, технические и программные средства для анализа электромагнитных полей технических средств автоматизированных систем; использовать методы исследования электромагнитных полей для оценки физических характеристик технических средств автоматизированных систем; определять типы субъектов доступа и объектов доступа, являющихся объектами защиты; определять методы управления доступом, типы доступа и правила разграничения доступа к объектам доступа, подлежащим реализации в автоматизированной системе; определять параметры информационной системы и ее структуру в соответствии с заданными функциями;
Уровень 2	составлять обзоры по вопросам обеспечения информационной безопасности по теме своей научно-исследовательской работы; применять методы исследования по теме своей научно-исследовательской работы; формировать математическое описание дискретных систем в виде алгоритмов; выполнять компьютерное моделирование дискретных систем на основе их математического описания; анализировать и оценивать риски информационной безопасности в промышленных и корпоративных системах автоматизации; анализировать и моделировать информационные процессы, протекающие в системах промышленной автоматизации; формулировать основные задачи, возникающие при анализе данных, пути их решения, выбирать адекватные алгоритмы решения задачи анализа данных, оценивать качество получаемых решений, обеспечивающих информационную безопасность;
Уровень 3	формализовать постановки прикладных задач анализа данных, применять основные методы создания алгоритмов интеллектуального анализа данных в системах информационной безопасности, такие как классификация, кластеризация и прогнозирование; оценивать информационные риски в информационных системах; решать типовые задачи кодирования и декодирования информации с использованием математических методов и моделей; анализировать структуры АСУ ТП, строить их модели, оценивать риски функциональной безопасности, распознавать атаки социальной инженерии; на основе опытных данных и технических характеристик автоматизированной системы управления (АСУ) строить адекватную математическую модель, связанную с системой защиты информации в АСУ
<b>Владеть:</b>	
Уровень 1	навыком применения методик исследования электромагнитных полей; навыком применения исследовательских методов электродинамики и распространения радиоволн; навыками поиска и изучения научно-технической литературы, а также изложения и оформления результатов своей научно-исследовательской работы; навыком составления математических моделей дискретных систем и сигналов;
Уровень 2	навыком разработки алгоритмов цифровой обработки сигналов в системах информационной безопасности; навыком выбора методов проведения и обработки экспериментальных исследований, оформления научно-технических отчетов, обзоров, докладов, статей; навыком выбора и обоснованием критериев эффективности функционирования защищенных информационных систем
Уровень 3	навыком применения помехоустойчивых шифров и кодов, повышающих скорость передачи информации в АСУ; навыком разработки политик безопасности современных промышленных систем автоматизации, исследования сетевых пакетов в промышленной сети; навыком применения математических моделей для построения системы защиты информации в АСУ и оценки ее эффективности

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	уравнения и законы электродинамики и распространения радиоволн; модели элементарных излучателей; основные типы антенн, применяемых при анализе электромагнитных полей;
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	использовать методы исследования электромагнитных полей для оценки физических характеристик технических средств автоматизированных систем;
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	применения исследовательских методов электродинамики и распространения радиоволн;

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	<b>Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ. Терминология дисциплины, основные понятия и определения.</b>						

1.1	Введение. Терминология дисциплины, основные понятия и определения, система единиц физических величин СИ. Элементы векторного анализа. /Лек/	5	1	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
1.2	Уравнения плоской и сферической волн. Уравнение плоской волны, распространяющейся в произвольном направлении. Волновое уравнение. Стоячие волны, колебания струны. Элементы векторного анализа. Основные операторы. /Пр/	5	1	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
<b>Раздел 2. ЭЛЕМЕНТЫ ВЕКТОРНОГО АНАЛИЗА</b>							
2.1	Элементы векторного анализа. Криволинейные ортогональные системы координат. /Лек/	5	1	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
2.2	Интегральные теоремы векторного анализа. Теоремы Остроградского-Гаусса и Стокса. Формулы Грина. /Лек/	5	1	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
<b>Раздел 3. ОСНОВНЫЕ УРАВНЕНИЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ</b>							
3.1	Понятие электромагнитного поля. Векторы напряжённости электрического и магнитного полей. Векторы магнитной и электрической индукций. Волновой характер электромагнитного поля. Полная система уравнений электродинамики. Система уравнений Максвелла. Уравнение непрерывности полного тока. Закон сохранения заряда. Принцип суперпозиции. /Лек/	5	1	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
3.2	Перестановочная двойственность уравнений Максвелла. Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной формах. Классификация электромагнитных явлений. Материальные уравнения. Теорема единственности решения уравнений Максвелла. Волновые уравнения Даламбера и Гельмгольца. /Лек/	5	1	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
3.3	Метод запаздывающих электродинамических потенциалов. Векторный запаздывающий потенциал. Скалярный запаздывающий потенциал. /Лек/	5	1	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
3.4	Энергия электромагнитного поля. Теорема и вектор Умова-Пойнтинга для мгновенных значений векторов поля. Уравнение баланса мощности. Граничные условия для нормальных и тангенциальных компонент электромагнитного поля. Поля, заряды и токи на границах. Поверхностный заряд и ток. /Лек/	5	1	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
3.5	Система уравнений Максвелла. Классификация электромагнитных процессов. /Пр/	5	1	ПК-1	Л1.1Л2.1	1	
3.6	Граничные условия. Нормальные и тангенциальные компоненты электрического и магнитного полей. /Пр/	5	1	ПК-1	Л1.1Л2.1	1	

3.7	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	5	2	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
	<b>Раздел 4. СВОЙСТВА ПЛОСКИХ ВОЛН</b>						
4.1	Метод комплексных амплитуд. Система уравнений Максвелла в комплексной форме. Понятие плоской волны. Решение однородного уравнения Гельмгольца в случае плоской волны. Структура плоских волн. /Лек/	5	1	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
4.2	Волновые уравнения для электромагнитного поля. Постоянная распространения и затухания. Распространение плоских волн в металлах. Поверхностный эффект. Падение плоской волны на поверхность реального металла. Приближённое граничное условие Леонтовича-Щукина. Поляризация плоских волн. /Лек/	5	1	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
4.3	Вектор Умова–Пойнтинга. Уравнение баланса мощности. /Пр/	5	1	ПК-1	Л1.1Л2.1	1	
4.4	Распространение плоских волн в однородных средах с потерями. /Пр/	5	1	ПК-1	Л1.1Л2.1	1	
4.5	Поляризация электромагнитного поля. /Пр/	5	1	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
4.6	Энергетические соотношения в плоской волне. Преломление плоских волн. /Пр/	5	1	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
4.7	Поляризация плоских волн. Исследуются поляризационные явления, изучаются виды поляризаций и распространение плоских электромагнитных волн. Экспериментально определяются гантельная кривая и коэффициент эллиптичности. /Лаб/	5	2	ПК-1	Л1.1Л2.1	2	
4.8	Поляризация плоских волн. Исследуются поляризационные явления, изучаются виды поляризаций и распространение плоских электромагнитных волн. Экспериментально определяются гантельная кривая и коэффициент эллиптичности. /Лаб/	5	2	ПК-1	Л1.1Л2.1	2	
	<b>Раздел 5. ПРЕЛОМЛЕНИЕ ПЛОСКИХ ВОЛН</b>						
5.1	Волновые явления на границе раздела двух сред. Отражение и преломление плоских волн с вертикальной и горизонтальной поляризациями. Закон Снеллиуса. Формулы Френеля. Условия полного отражения и преломления. /Лек/	5	1	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	

5.2	Угол полного отражения. Угол полного преломления. Угол Брюстера. Полное отражение и волны, направляемые границей раздела двух сред. Поверхностная волна. Диэлектрические волноводы и световоды. Структура электромагнитных волн, отражённых от идеального проводника электрического тока для горизонтальной и вертикальной поляризации. /Лек/	5	1	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
5.3	Преломление плоских волн. Законы Снеллиуса и Френеля. Структура полей на границе раздела двух сред. /Пр/	5	1	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
5.4	Отражение плоских волн. Изучаются теория распространение плоских волн, закон Брюстера. Исследуется отражение плоских электромагнитных волн от границы раздела сред диэлектрик–воздух. Экспериментально определяется угол Брюстера. /Лаб/	5	2	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
5.5	Отражение плоских волн. Изучаются теория распространение плоских волн, закон Брюстера. Исследуется отражение плоских электромагнитных волн от границы раздела сред диэлектрик–воздух. Экспериментально определяется угол Брюстера. /Лаб/	5	2	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
<b>Раздел 6. ВОЛНЫ В ВОЛНОВОДАХ</b>							
6.1	Линии передачи. Решение однородного уравнения Гельмгольца для регулярной линии произвольного сечения. Классификация направляемых волн. Классификация типов электромагнитных волн. Характеристические сопротивления. Условие распространения волн в линии передачи. Критическая длина волны. Длина волны в линии передачи. Распространение волн в прямоугольном волноводе. Поле электрического и магнитного типов в прямоугольном волноводе. /Лек/	5	1	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
6.2	Волны в волноводах. Затухание электромагнитных волн в волноводах. Коэффициент затухания. /Пр/	5	1	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
6.3	Волны в волноводах. Структура полей и поверхностных токов. Возбуждение волноводов. /Пр/	5	1	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
6.4	Электромагнитные поля в волноводах. Изучаются структура электромагнитного поля в прямоугольном волноводе. Исследуется электромагнитные поля в волноводе, экспериментально определяются длина волны в волноводе и структура электромагнитных полей. /Лаб/	5	2	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	

6.5	Электромагнитные поля в волноводах. Изучаются структура электромагнитного поля в прямоугольном волноводе. Исследуются электромагнитные поля в волноводе, экспериментально определяются длина волны в волноводе и структура электромагнитных полей. /Лаб/	5	2	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
<b>Раздел 7. ОБЪЁМНЫЕ РЕЗОНАТОРЫ</b>							
7.1	Понятие объёмного резонатора. Виды объёмных резонаторов. Объёмные резонаторы в виде короткозамкнутых отрезков передающих линий. Основной тип колебаний. Обозначение собственных колебаний в цилиндрическом, коаксиальном и прямоугольном резонаторах. Резонансные частоты колебаний 2 идеальных объёмных резонаторов. Добротность резонаторов. Собственная и нагруженная добротности. Основные принципы возбуждения объёмных резонаторов и отбора энергии из них. Выбор размеров. /Лек/	5	1	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
7.2	Объёмные резонаторы. Структура полей. Возбуждение объёмных резонаторов. /Пр/	5	1	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
<b>Раздел 8. ИЗЛУЧЕНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН</b>							
8.1	Излучение электромагнитных волн. Электродинамические запаздывающие потенциалы. Элементарные излучатели. Элементарный электрический вибратор (диполь Герца). Элементарная электрическая рамка (магнитный диполь). Элементарная щель. Излучатель Гюйгенса. /Лек/	5	1	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
8.2	Регламент радиосвязи. Шкала электромагнитных волн. Области применения радиоволн по частотным диапазонам. Поле излучателя, находящегося в свободном пространстве. Общие вопросы распространения радиоволн. Множитель ослабления. Поле излучателя, поднятого над плоской земной поверхностью. Структура атмосферы Земли. Тропосфера, стратосфера и ионосфера. Формула идеальной радиосвязи. Простейшие модели радиотрасс. Зоны Френеля. Поле излучателя, поднятого над земной поверхностью. /Лек/	5	1	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	

8.3	Учёт сферичности Земли при использовании формулы Введенского. Поле излучателя, поднятого над неровной или неоднородной земной поверхностью. Поле вертикального электрического вибратора, расположенного вблизи земной поверхности. Строение тропосферы. Затухание энергии радиоволн в тропосфере. Поглощение радиоволн гидрометеорами. Рефракция радиоволн в тропосфере. Учёт влияния тропосферной рефракции на распространение радиоволн. Неоднородности тропосферы и их влияние на распространение радиоволн. Распространение радиоволн в ионосфере. /Лек/	5	1	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
8.4	Элементарные излучатели. Элементарный электрический вибратор (диполь Герца). Излучение элементарной рамки с электрическим током. Элементарный щелевой излучатель. Элементарный излучатель Гюйгенса. Поле излучателя, находящегося в свободном пространстве. /Пр/	5	1	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
8.5	Распространение радиоволн над земной поверхностью. Зоны Френеля. Коэффициенты отражения от земной поверхности. Поле излучателя, поднятого над плоской земной поверхностью. Учёт сферичности Земли /Пр/	5	2	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
8.6	Распространение радиоволн в тропосфере. Строение тропосферы. Затухание энергии радиоволн в тропосфере. Поглощение радиоволн. Ослабление радиоволн гидрометеорами. Рефракция радиоволн в тропосфере. Учёт влияния тропосферной рефракции на распространение радиоволн. Различные виды тропосферной рефракции. /Пр/	5	2	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
8.7	Излучение элементарных источников. Физические аналоги элементарных источников электромагнитного поля. Экспериментально исследуются основные принципы излучения электромагнитной энергии. /Лаб/	5	2	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
8.8	Излучение элементарных источников. Физические аналоги элементарных источников электромагнитного поля. Экспериментально исследуются основные принципы излучения электромагнитной энергии. /Лаб/	5	2	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
8.9	Подготовка к экзамену /Ср/	5	19,75	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
8.10	Подготовка к лабораторным работам /Ср/	5	19	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	
8.11	Изучение раздела "Распространение радиоволн в ионосфере" /Ср/	5	19	ПК-1	Л1.1Л2.1	0	

8.12	Зачет /ИВКР/	5	0,25			0	
------	--------------	---	------	--	--	---	--

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

### 5.1. Контрольные вопросы и задания

Тема: 1. Введение и основные понятия

1. Что такое электромагнитное поле? Перечислите его основные характеристики и физический смысл.
2. Какие физические величины используются для описания электромагнитного поля (напряжённость, индукция, токи)?
3. Объясните систему единиц СИ применительно к электромагнитным величинам.
4. Дайте определение скалярного и векторного полей. Приведите примеры в электродинамике.

Тема: 2. Уравнения электродинамики

5. Сформулируйте уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной формах. Какой физический смысл каждого уравнения?
6. Что такое уравнение непрерывности полного тока? Как оно связано с законом сохранения заряда?
7. Объясните принцип суперпозиции в электродинамике. Приведите примеры его применения.
8. Что такое перестановочная двойственность уравнений Максвелла? Как она проявляется в решении задач?

Тема: 3. Волновые уравнения

9. Как выводятся волновые уравнения (Даламбера и Гельмгольца) из уравнений Максвелла?
10. Что представляет собой плоская монохроматическая волна? Каковы её структура и свойства?
11. Дайте определение постоянной распространения, постоянной затухания и постоянной фазы.
12. Как происходит распространение плоской волны в идеальном диэлектрике и в среде с потерями?

Тема: 4. Граничные условия

13. Что такое граничные условия в электродинамике? Как они получаются из уравнений Максвелла?
14. Какие компоненты поля остаются непрерывными на границе раздела двух сред?
15. Чем отличаются нормальные и тангенциальные компоненты электромагнитных полей?
16. Что такое поверхностный заряд и поверхностный ток? Как они формируются на границах?

Тема: 5. Энергия и баланс мощности

17. Сформулируйте теорему Умова–Пойнтинга. Что характеризует вектор Пойнтинга?
18. Запишите уравнение баланса мощности. Как оно следует из уравнений Максвелла?
19. Как используется теорема Пойнтинга при анализе энергии в линиях передачи и излучателях?

Тема: 6. Метод комплексных амплитуд

20. Что такое гармоническое поле и метод комплексных амплитуд?
21. Как выглядят уравнения Максвелла в комплексной форме?
22. Запишите уравнение баланса мощности в комплексной форме. Что означают действительная и мнимая части?

Тема: 7. Запаздывающие потенциалы

23. Что такое скалярный и векторный запаздывающие потенциалы?
24. Как связаны запаздывающие потенциалы с источниками электромагнитного поля?
25. В чем заключается принцип причинности в методе запаздывающих потенциалов?

Тема: 8. Теоремы единственности и эквивалентности

26. Сформулируйте теорему единственности решений уравнений Максвелла.
27. Что утверждает теорема эквивалентности? Как она используется в задачах излучения?

Тема: 9. Элементарные излучатели

28. Что такое элементарный электрический излучатель (диполь Герца)? Какие компоненты поля он создает?
29. Объясните понятия ближней, промежуточной и дальней зон излучения.
30. Что такое элементарный магнитный излучатель? Чем он отличается от электрического?
31. Что представляет собой элемент Гюйгенса? Как он используется в теории антенн?

Тема: 10. Волновые явления на границе сред

32. Как происходят отражение и преломление плоских волн на границе двух сред?
33. Сформулируйте закон Снеллиуса. Что такое формулы Френеля?
34. Что такое угол Брюстера, угол полного внутреннего отражения?
35. Как изменяется структура поля при падении волны на поверхность реального металла?

Тема: 11. Направляемые волны

36. Классификация типов электромагнитных волн: ТЕМ, ТЕ, ТМ. Примеры.
37. Что такое критическая длина волны в волноводе? От чего она зависит?
38. Как определяется длина волны в линии передачи?
39. Что такое коэффициент отражения и коэффициент стоячей волны (КСВ)?
40. Какие типы волн могут существовать в прямоугольном и круглом волноводах?

Тема: 12. Объемные резонаторы

41. Что такое объёмный резонатор? Какие виды резонаторов вы знаете?
42. Как обозначаются собственные колебания в цилиндрическом, коаксиальном и прямоугольном резонаторах?
43. Что такое добротность резонатора? Чем отличается собственная добротность от нагруженной?
44. Как возбуждаются объёмные резонаторы и как осуществляется отбор энергии?

Тема: 13. Распространение радиоволн

45. Что такое шкала электромагнитных волн? Как классифицируются радиоволны по частотным диапазонам?
46. Как влияет поднятие излучателя над земной поверхностью на диаграмму направленности?
47. Что такое тропосфера, стратосфера и ионосфера? Как они влияют на распространение радиоволн?
48. Запишите формулу идеальной радиосвязи. Какие факторы ограничивают дальность связи?

49. Что такое зоны Френеля? Как они влияют на распространение радиоволн? Тема: 14. Практические аспекты распространения волн
50. Что такое поверхностный эффект? Как он проявляется при распространении волн в металлах?
51. Как влияет рефракция радиоволн в тропосфере на качество связи?
52. Что такое множитель ослабления? Как он учитывается в расчетах радиотрасс?
53. Какие факторы вызывают затухание радиоволн в тропосфере и ионосфере?
<b>5.2. Темы письменных работ</b>
Не предусмотрены
<b>5.3. Оценочные средства</b>
Рабочая программа "Электродинамика и распространение радиоволн" обеспечена оценочными средствами для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, включающими контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации, критерии оценивания учебной деятельности обучающихся по балльно-рейтинговой системе, примеры заданий для практических и лабораторных занятий, билеты для проведения промежуточной аттестации. Все оценочные средства представлены в Приложении 1.
<b>5.4. Перечень видов оценочных средств</b>
Оценочные средства разработаны для всех видов учебной деятельности студента - лекций, практических занятий, самостоятельной работы и промежуточной аттестации. Оценочные средства представлены в виде: - средства текущего контроля: проверочных работ по решению задач, дискуссии по теме; - средств итогового контроля - промежуточной аттестации: зачета в 5 семестре.

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

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Алехин В. М., Олейникова Т. А.	Электродинамика и распространение радиоволн: учебник для вузов	Санкт-Петербург: Лань, 2023

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Григорьев А. Д.	Электродинамика и микроволновая техника: учебник	Санкт-Петербург: Лань, 2022

#### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Office Professional Plus 2019	
6.3.1.2	Windows 10	
6.3.1.3	МТС-Линк	Комплексная платформа для коммуникаций, обучения и совместной работы, разработанная с использованием современных технологий. Доступны десктопные и мобильные приложения для удобной работы с системой.

#### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	База данных научных электронных журналов "eLibrary"	
6.3.2.2	Электронно-библиотечная система "Лань" Доступ к коллекциям электронных изданий ЭБС "Издательство "Лань"	
6.3.2.3	Электронно-библиотечная система «Книжный Дом Университета» ("БиблиоТех")	

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудитория	Назначение	Оснащение	Вид
1	Специализированная многофункциональная учебная аудитория № 1 для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной/итоговой аттестации	Столы обучающихся; Стулья обучающихся; Письменный стол педагогического работника; Стул педагогического работника; Кафедра; Магнитно-маркерная доска; Мультимедийный проектор; Экран; Ноутбук с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде	

5	Помещение № 5 для самостоятельной работы обучающихся	<p>Письменный стол обучающегося;          Стул обучающегося;          Письменный стол обучающегося с ограниченными возможностями здоровья;          Стул обучающегося с ограниченными возможностями здоровья;          Ноутбук с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде лицензиата;          Моноблок (в том числе, клавиатура, мышь, наушники) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде</p>	
4-48	Лаборатория «Электроники и схемотехники» № 4-48 для проведения лабораторных и практических занятий	<p>Письменные столы обучающихся;          Стулья обучающихся;          Письменный стол педагогического работника;          Стул педагогического работника;          Магнитно-маркерная доска;          Учебные стенды для измерения и визуализации частотных и временных характеристик сигналов (осциллограф, анализатор спектра);          Учебные стенды для измерения параметров электрических цепей (мультиметр, LCR-метр, источник питания);          Учебно-лабораторные стенды по цифровой и аналоговой схемотехнике (логические элементы, триггеры, счетчики, фильтры, усилители, генераторы, микроконтроллеры)          Генераторы сигналов;          Ноутбук с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде лицензиата</p>	Лаб

Ауд. 8	Аудитория для научно-исследовательской работы обучающихся, курсового и дипломного проектирования № 8	Рабочие места на базе вычислительной техники с набором необходимых для проведения и оформления результатов исследований дополнительных аппаратных и/или программных средств; Письменный стол обучающегося; Стул обучающегося; Письменный стол обучающегося с ограниченными возможностями здоровья; Стул обучающегося с ограниченными возможностями здоровья; Ноутбук с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде лицензиата; Моноблок (в том числе, клавиатура, мышь, наушники) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде; Многофункциональное устройство (принтер, сканер, ксерокс).	
--------	--	--	--

#### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические указания по изучению дисциплины "Электродинамика и распространение радиоволн" представлены в Приложении 2 и включают в себя:

1. Методические указания для обучающихся по организации учебной деятельности.
2. Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся.
3. Методические указания по организации процедуры оценивания знания, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.