

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 21

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы
доц., к.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)

Н.В. Марковская
(инициалы, фамилия)
(подпись)
«22» 02 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электромагнитные поля и волны»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Инфокоммуникационные технологии и системы связи
Наименование направленности	Программно-защищенные инфокоммуникации
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Санкт-Петербург– 20 25

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доц., к.т.н., с.н.с.
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

А.В.Прусов
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 21

«20» января 2025 г, протокол № 4

Заведующий кафедрой № 21

д.т.н., проф.
(уч. степень, звание)

(подпись, дата)

А.Ф. Крячко
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

Н.В. Марковская
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Электромагнитные поля и волны» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» направленности «Программно-защищенные инфокоммуникации». Дисциплина реализуется кафедрой «№21».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-1 «Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с:

- основами электромагнитных явлений, свойствами электромагнитных полей и законами, позволяющими математически описывать электромагнитные поля и волны;
- основными уравнениями электродинамики;
- статическими и стационарными полями;
- основными методами и теоремами, используемыми при решении различных электродинамических задач;
- основами излучения, дифракции и распространения электромагнитных волн в свободном пространстве, в изотропных, анизотропных и диспергирующих средах, а также в направляющих системах;
- практическими навыками по экспериментальному исследованию явлений электромагнитного поля.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, семинары, самостоятельная работа обучающегося

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Основными целями преподавания дисциплины «Электромагнитные поля и волны» являются:

- ознакомление студентов с основами электромагнитных явлений, свойствами электромагнитных полей и законами, позволяющими математически описывать электромагнитные поля и волны;
- изучение основных уравнений электродинамики;
- изучение статических и стационарных полей;
- ознакомление с основными методами и теоремами, используемыми при решении различных электродинамических задач;
- изучение основ излучения, дифракции и распространения электромагнитных волн в свободном пространстве, в изотропных, анизотропных и диспергирующих средах, а также в направляющих системах;
- получение практических навыков по экспериментальному исследованию явлений электромагнитного поля.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.3.1 знает фундаментальные законы природы и основные физические математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации ОПК-1.У.1 умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера ОПК-1.В.1 владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Математика. Математический анализ»,
- «Физика».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «Сети и системы мобильной связи»,
- «Общая теория связи».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№5
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки		
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	21	21
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 5					
Раздел 1. Введение	2				
Раздел 2. Система уравнений электромагнитного поля	4				
Раздел 3. Закон сохранения энергии для электромагнитного поля	3				
Раздел 4. Волновые уравнения и электродинамические потенциалы	4				3
Раздел 5. Основные методы и теоремы, используемые при решении задач электродинамики	4		4		3
Раздел 6. Излучение электромагнитных волн	6		4		3
Раздел 7. Плоские электромагнитные волны	4				3
Раздел 8. Направляемые электромагнитные волны и направляющие системы	3		9		3
Раздел 9. Статические и стационарные поля	2				3
Раздел 10. Электромагнитная совместимость	2				3
Итого в семестре:	34		17		21
Итого	34	0	17	0	21

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
Тема 1.1	Предмет электродинамики, определение электромагнитного поля, источники возникновения электромагнитного поля. Предмет электродинамики. Дуализм свойств электромагнитного поля. Энергия и масса электромагнитного поля. Электромагнитное поле как особый вид материи. Источники электромагнитного поля
Тема 1.2	Закон сохранения заряда и уравнение непрерывности постоянного тока Объемная плотность электрического заряда. Поверхностная плотность электрического заряда. Линейная плотность электрического заряда. Электрический ток проводимости. Плотность электрического тока проводимости. Закон сохранения электрического заряда. Уравнение непрерывности постоянного тока
Тема 1.3	Векторы электромагнитного поля. Графическое изображение векторных полей Напряженность электрического поля. Ее физический смысл. Электрическое смещение. Поляризованность вещества. Электрическая постоянная, абсолютная и относительная диэлектрические проницаемости вещества. Абсолютная диэлектрическая восприимчивость вещества. Магнитная индукция и ее физический смысл. Напряженность электрического поля. Ее физический смысл. Намагниченность вещества. Абсолютная магнитная восприимчивость вещества. Магнитная постоянная, абсолютная и относительная магнитные проницаемости. Графическое изображение векторных полей
Тема 1.4	Электромагнитные параметры сред. Классификация сред по электрическим и магнитным свойствам. Закон Ома в дифференциальной форме. Материальные уравнения поля. Классификация сред по электрическим свойствам: проводники, диэлектрики и полупроводящие среды (среды с потерями). Классификация сред по магнитным свойствам: ферромагнетики, парамагнетики и диамагнетики. Понятие идеального проводника. Понятие идеального диэлектрика. Линейные и нелинейные среды. Однородные и неоднородные среды. Изотропные и анизотропные среды
Тема 2.1	Уравнения Максвелла в интегральной форме и их физический смысл. Принцип непрерывности магнитного

	потока Закон полного тока для постоянного магнитного поля в любой среде. Обобщенный закон полного тока в интегральной форме и его физический смысл. Явление электромагнитной индукции. Обобщенный закон электромагнитной индукции и его физический смысл. Равенства Гаусса-Остроградского для электрической и магнитной индукции. Третье и четвертое уравнения Максвелла в интегральной форме и их физический смысл. Сводка уравнений Максвелла в интегральной форме. Принцип непрерывности магнитного потока
Тема 2.2	Уравнения Максвелла в дифференциальной форме и их физический смысл. Уравнение непрерывности тока Первое уравнение Максвелла в дифференциальной форме и его физический смысл. Второе уравнение Максвелла и его физический смысл. Закон сохранения электрического заряда в дифференциальной форме. Уравнение непрерывности постоянного электрического тока в дифференциальной форме. Третье и четвертое уравнения Максвелла в дифференциальной форме и их физический смысл. Сводка уравнений Максвелла в дифференциальной форме. Представление векторных уравнений Максвелла в скалярном виде
Тема 2.3	Граничные условия для векторов электромагнитного поля. Условия на границе идеального проводника. Постановка задачи. Граничные условия для нормальных составляющих векторов магнитного поля. Граничные условия для нормальных составляющих векторов электрического поля. Граничные условия для тангенциальных составляющих векторов магнитного поля. Граничные условия для тангенциальных составляющих векторов электрического поля. Поле на границе идеального проводника
Тема 2.4	Уравнения Максвелла в комплексной форме. Представление гармонических колебаний в комплексной форме. Метод комплексных амплитуд. Уравнения Максвелла в комплексной форме и их физический смысл. Граничные условия для комплексных векторов электромагнитного поля
Тема 2.5	Комплексная диэлектрическая проницаемость и относительность классификации сред по электрической проводимости. Введение понятия комплексной диэлектрической проницаемости. Критерий классификации сред по электрическим свойствам и его зависимость от частоты. Тангенс угла наклона диэлектрических потерь
Тема 2.6	Сторонние силы электрического и магнитного типа и полная симметричная система уравнений электромагнитного поля. Сторонние токи и заряды. Несимметричная система

	уравнений электромагнитного поля. Сторонние магнитные силы и симметричная система уравнений поля. Граничные условия при наличии сторонних сил электрического и магнитного типов
Тема 3.1	Энергия и мощность электромагнитного поля. Уравнение баланса мощностей электромагнитного поля, постановка задачи
Тема 3.2	Теорема Пойтинга о балансе энергии электромагнитного поля в дифференциальной, интегральной и комплексной формах. Теорема Пойтинга о балансе энергии электромагнитного поля в дифференциальной форме. Теорема Пойтинга о балансе энергии электромагнитного поля в интегральной форме. Закон Джоуля-Ленца в дифференциальной форме. Плотность энергии электрического поля. Плотность энергии магнитного поля. Плотность запасенной электромагнитной энергии. Теорема Пойтинга о балансе энергии электромагнитного поля в комплексной форме
Тема 3.3	Вектор Умова-Пойтинга и его физический смысл, скорость движения энергии. Вектор Умова-Пойтинга, его физический смысл и размерность. Среднее за период значение вектора Пойтинга. Скорость движения электромагнитной энергии
Тема 4.1	Волновые уравнения для векторов электромагнитного поля, уравнение Даламбера. Волновые уравнения поля (определение). Обобщенное неоднородное векторное волновое уравнение относительно вектора напряженности электрического поля. Уравнение Даламбера. Обобщенное неоднородное векторное волновое уравнение относительно вектора напряженности магнитного поля. Однородные векторные волновые уравнения
Тема 4.2	Скалярный и векторный электродинамические потенциалы, волновые уравнения для электродинамических потенциалов. Векторный электродинамический потенциал как вспомогательная функция. Скалярный электродинамический потенциал. Волновые уравнения относительно электродинамических потенциалов
Тема 4.3	Вектор Герца, волновые уравнения относительно вектора Герца.
Тема 4.4	Уравнения Гельмгольца.
Тема 4.5	Классификация уравнений электромагнитного поля, вихревые и потенциальные поля. Классификация уравнений электромагнитного поля по характеру их зависимости во времени. Классификация уравнений электромагнитного поля исходя из электромагнитных свойств среды, где имеют место электромагнитные процессы. Классификация

	уравнений электромагнитного поля по характеру распределения силовых линий электромагнитных полей в пространстве. Вихревые и потенциальные поля
Тема 5.1	Единственность решения задач электродинамики. Принцип суперпозиции электромагнитных полей. Принцип перестановочной двойственности. Теорема единственности. Принцип суперпозиции для электромагнитных полей. Принцип перестановочной двойственности для диэлектрических сред при условии отсутствия сторонних сил. Принцип перестановочной двойственности при условии наличия сторонних источников. Принцип перестановочной двойственности для монохроматических полей и проводящих сред
Тема 5.2	Теорема взаимности. Лемма Лоренца в дифференциальной форме. Лемма Лоренца в интегральной форме. Лемма Лоренца для бесконечно большого объема (теорема взаимности). Физический смысл теоремы взаимности на примере радиосвязи между двумя антеннами
Тема 5.3	Два класса независимых решений уравнений Максвелла. Система уравнений Максвелла при условии наличия источников только электрического типа. Система уравнений Максвелла при условии наличия источников только магнитного типа
Тема 5.4	Решение уравнений Максвелла при заданных источниках
Тема 5.5	Решение уравнений Максвелла для гармонических колебаний. Решение неоднородного волнового уравнения для электромагнитного поля в неограниченной однородной среде. Постановка задачи. Определение поля точечного источника в безграничной однородной линейной изотропной среде с использованием сферической системы координат. Скорость распространения электромагнитной волны. Прямая волна. Обратная волна. Получение общего решения для всех видов неоднородных волновых уравнений в однородной диэлектрической среде при наличии источников поля как электрического, так и магнитного типов. Решение неоднородных волновых уравнений в однородной безграничной среде, полученное в комплексной форме. Запаздывающие потенциалы
Тема 5.6	Решение волнового уравнения методом разделения переменных. Постановка задачи. Выбор системы координат. Общий вид решения уравнения Гельмгольца в соответствии с методом разделения переменных для различных систем координат
Тема 5.7	Решение волнового уравнения для области, ограниченной замкнутой поверхностью: скалярная формула Кирхгофа,

	векторный аналог формулы Кирхгофа. Постановка электродинамической задачи. Скалярная формула Кирхгофа. Скалярная формула Кирхгофа для гармонических полей. Векторный аналог формулы Кирхгофа
Тема 5.8	Теорема эквивалентности. Принцип эквивалентности. Применение принципа эквивалентности для решения внутренней электродинамической задачи (известны источники поля внутри рассматриваемого объема и распределение электромагнитного поля на граничной поверхности). Применение принципа эквивалентности для решения внешней электродинамической задачи
Тема 5.9	Функция Грина. Условия непрерывности Дирихле. Условия непрерывности Неймана. Функция Грина. Задача определения поля за плоским экраном, имеющим отверстие
Тема 5.10	Приближенные методы решения задач электродинамики, выбор метода решения. Три области расположения граничной поверхности в электромагнитном поле. Квазистационарная область. Метод квазистатических приближений. Резонансная область. Квазиоптическая область
Тема 5.11	Метод геометрической оптики. Основные принципы, лежащие в основе метода геометрической оптики. Области применения метода геометрической оптики. Недостатки метода
Тема 5.12	Принцип Гюйгенса-Френеля, метод волновой оптики, зоны Френеля. Представление поля точечного монохроматического источника в однородной изотропной среде посредством волновой функции. Принцип Гюйгенса-Френеля. Основы метода волновой оптики. Зоны Френеля
Тема 5.13	Дифракция электромагнитных волн на различного рода препятствиях, основы методов решения задач дифракции. Решение задачи дифракции электромагнитной волны на отверстии в плоском проводящем экране. Решение задачи дифракции на проводящем цилиндре
Тема 5.14	Метод краевых волн в теории дифракции.
Тема 5.15	Рефракция электромагнитных волн.
Тема 6.1	Основная задача теории излучения. Волновая поверхность, фронт волны, фазовая скорость, длина волны. Плоские и сферические волны Излучение электромагнитных волн (основные положения). Мощность излучения электромагнитных волн. Простейшая излучающая электромагнитные волны система на основе конденсатора переменного тока с развернутыми пластинами. Волновая поверхность. Фазовый фронт. Фазовая скорость. Поверхность равных фаз. Поверхность равных амплитуд.

	Однородная плоская волна. Неоднородная плоская волна
Тема 6.2	Поляризация электромагнитных волн, виды поляризации, условия и способы возбуждения электромагнитных волн с линейной, круговой и эллиптической поляризацией. Поляризация электромагнитной волны как физическая характеристика волнового процесса. Два основных вида поляризации: линейная и вращающаяся. Электромагнитная волна с круговой поляризацией. Электромагнитная волна с эллиптической поляризацией. Условия получения волн с различными видами поляризации. Способы получения волн с круговой поляризацией
Тема 6.3	Поле точечного изотропного источника.
Тема 6.4	Поле элементарного электрического диполя. Элементарный электрический диполь (определение). Электрический момент электрического диполя. Определение электромагнитного поля элементарного электрического диполя. Постановка электродинамической задачи. Решение задачи в сферической системе координат. Выражения для векторов напряженностей электрического и магнитного поля в тригонометрической форме
Тема 6.5	Свойства поля элементарного электрического диполя; ближняя и дальняя зоны. Анализ структуры электромагнитного поля элементарного электрического диполя. Анализ зависимости амплитуды и фазы составляющих векторов поля элементарного электрического диполя от координат. Полярная диаграмма, отражающая зависимость модулей амплитуды векторов напряженностей поля электрического диполя от угловых координат. Пространственная диаграмма поля элементарного электрического диполя. Ближняя (квазистационарная) зона элементарного электрического диполя. Анализ поля электрического диполя в ближней зоне. Дальняя зона элементарного электрического диполя. Анализ поля электрического диполя в дальней зоне. Пространственная диаграмма направленности поля электрического диполя по напряженности поля. Пространственная диаграмма направленности поля элементарного электрического диполя по мощности. Особенности поля электрического диполя в дальней зоне. Волновое сопротивление среды
Тема 6.6	Излучение электромагнитного поля электрическим диполем. Среднее за период значение вектора Пойтинга, характеризующего поле элементарного электрического диполя. Анализ его составляющих в ближней и дальней зонах. Полная мощность, излучаемая электрическим диполем. Сопротивление излучения. Волновое

	сопротивление вакуума. Максимальный коэффициент направленного действия элементарного электрического диполя
Тема 6.7	Излучение элементарного магнитного диполя. Элементарный магнитный диполь. Магнитный момент элементарного магнитного диполя. Составляющие векторов напряженностей электрического и магнитного полей элементарного магнитного диполя. Мощность, излучаемая элементарным магнитным диполем. Сопротивление излучения
Тема 6.8	Излучение элемента Гюйгенса. Элемент Гюйгенса (определение). Определение составляющих векторов напряженностей поля, излучаемого элементом Гюйгенса. Диаграмма направленности элемента Гюйгенса
Тема 7.1	Волновое уравнение для плоской волны. Плоские электромагнитные волны в различных изотропных средах (диэлектрике, полупроводящей среде, проводнике).
Тема 7.2	Плоские волны в однородных анизотропных и гиротропных средах.
Тема 7.3	Волновые явления на границе раздела двух сред. Поверхностный эффект.
Тема 7.4	Отражение плоских волн на границе раздела двух сред. Законы Снеллиуса. Коэффициенты отражения и преломления Френеля. Угол полного преломления. Потери в проводящей среде.
Тема 8.1	Общие сведения о направляющих системах и направляемых электромагнитных волнах. Направляющие системы: открытые проводные линии, коаксиальные линии, полосковые линии, металлические волноводы, сплошные диэлектрические волноводы и др. Классификация направляемых электромагнитных волн. Волны типа ТЕМ. Волны типа TE(H) и TM(E)
Тема 8.2	Открытая двухпроводная и коаксиальная линии. Открытая двухпроводная и коаксиальная линии. Основной тип волны в открытых проводных и коаксиальных линиях передачи. Структура поля в них
Тема 8.3	Волновод, образованный параллельными идеально проводящими плоскостями. Электромагнитное поле в волноводе. Критическая длина волны. Фазовая скорость электромагнитной волны в волноводе. Групповая скорость
Тема 8.4	Распространение электромагнитных волн в волноводах прямоугольного сечения. Методы определения поля в полых волноводах. Решение уравнения поля для поперечно-электрических волн (ТЕ или Н). Критическая длина волны. Фазовая и групповая скорости. Основная волна (H ₁₀) и

	структура поля волн типа Н. Поперечно-магнитные (ТМ) волны или волны электрического типа (Е)
Тема 8.5	Распространение электромагнитных волн в волноводах круглого сечения. Поперечно-магнитные волны в круглых волноводах. Поперечноэлектрические волны в круглых волноводах
Тема 8.6	Пропускаемая мощность, характеристическое сопротивление и коэффициент затухания волновода. Мощность, пропускаемая волноводом. Характеристическое сопротивление волновода. Затухание электромагнитных волн в волноводе
Тема 8.7	Дисперсия электромагнитных волн в волноводе.
Тема 8.8	Возбуждение и связь волноводов.
Тема 8.9	Замедляющие системы.
Тема 8.10	Резонаторы. Возбуждение волн в направляющих системах и резонаторах.
Тема 8.11	Система уравнений электростатики, скалярные уравнения Пуассона и Лапласа и их решения. Неизменные во времени электромагнитные поля. Уравнения электростатики. Скалярные уравнения Пуассона и Лапласа и их решения
Тема 9.1	Система уравнений электростатики, скалярные уравнения Пуассона и Лапласа и их решения. Неизменные во времени электромагнитные поля. Уравнения электростатики. Скалярные уравнения Пуассона и Лапласа и их решения
Тема 9.2	Электростатическое поле точечных зарядов и диполя.
Тема 9.3	Метод зеркальных изображений.
Тема 9.4	Энергия электростатического поля.
Тема 9.5	Магнитостатика. Магнитное поле постоянных токов, векторные уравнения Пуассона и Лапласа Уравнения магнитостатики. Магнитное поле постоянных токов (стационарное поле). Уравнения поля и волновые уравнения для стационарных полей. Векторные уравнения Пуассона и Лапласа
Тема 9.6	Энергия стационарного магнитного поля.
Тема 10.1	Принципы обеспечения электромагнитной совместимости. Электромагнитная совместимость (определение). Электромагнитная помеха (определение). Источники и рецепторы электромагнитных помех. Основные принципы обеспечения электромагнитной совместимости

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 5				
1	Исследование дифракции электромагнитных волн на отверстии.	2		5
2	Исследование дифракции электромагнитных волн на цилиндре.	2		5
3	Исследование поляризационных характеристик электромагнитного поля.	2		6
4	Исследование плоских замедляющих систем.	1		8
5	Исследование дисперсии и затухания волн в волноводе прямоугольного сечения с волной H_{10} .	1		8
6	Исследование структуры поля волн H_{10} и H_{20} при различных нагрузках волновода.	1		8
7	Исследование четырехплечных распределительных устройств	2		8
8	Исследование антенны типа «Волновой канал»	2		6
9	Согласование волновода с нагрузкой. Ч1	2		8
10	Согласование волновода с нагрузкой. Ч2	2		8
Всего		17		

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 5, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	13	13
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	4	4
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	4	4
Всего:	21	21

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
А 72 621.396.67	Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн: учебник/ Г. А. Ерохин, Н. Д. Козырев, О. В. Чернышев, В. Г. Кочержевский; Ред. Г. А. Ерохин. - 3-е изд.. - М.: Горячая линия - Телеком, 2007. - 491 с.: рис.. - Загл. обл.: Учебник для высших учебных заведений. - Библиогр. : с. 485 - 487	65
Б 68 621.37	Распространение дециметровых радиоволн во время геомагнитных возмущений: учебное пособие/ Д. В. Благовещенский; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб.: ГОУ ВПО "СПбГУАП", 2011. - 393 с.: рис.. - Библиогр.: с. 378 - 391	168
621.372 Ж59	Жеребцов, И. П. Введение в технику дециметровых и сантиметровых волн [Текст] / И. П. Жеребцов. - 3-е изд., перераб. и	4

	доп. - Л. : Энергия, 1976. - 183 с. - (Массовая радиобиблиотека ; вып. 904)	
621.37 Н64	Никольский, Вячеслав Владимирович. Электродинамика и распространение радиоволн [Текст] : учебное пособие для вузов / В. В. Никольский. - 2-е изд., перераб. - М. : Наука, 1978. - 544 с. : граф., рис. - Библиогр. : с. 541 - 543 (62 назв.).	21
621.37 К78	Красюк, Н. П. Электродинамика и распространение радиоволн : учебное пособие / Н. П. Красюк, Н. Д. Дымович. - М. : Высш. шк., 1974. - 536 с. : рис. - Библиогр.: с. 530 - 532 (79 назв.)	25
621.37/39 Э 45	Электродинамика и распространение радиоволн. Основные понятия и формулы математической теории поля [Текст] : методические указания к самостоятельной работе студентов / Ленингр. ин-т авиац. приборостроения ; сост. А. З. Киселев. - Л. : Изд-во ЛИАП, 1987. - 12 с. - Библиогр.: с. 12 (5 назв.).	1
5.537.8(075)(ГУАП) К17	Калашников, В. С. Техническая электродинамика. Направляющие системы и направляемые волны [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В. С. Калашников, А. В. Прусов; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Документ включает в себя 1 файл, размер:(464 Kb). - СПб.: РИО ГУАП, 2001. - 47 с.: рис., схем. - Библиогр. : с. 45	
4.537.8(075)(ГУАП) В75	Воробьев, Е.А. Законы электродинамики - теоретическая основа получения информации [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Е. А. Воробьев; С.- Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб.: РИО ГУАП, 2003. - 59 с.: граф., табл.. - Библиогр. : с. 58	

**7. Перечень электронных образовательных ресурсов
информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=406606	Никитин, В. А. Антенны спутниковые, КВ, УКВ, Си-Би, ТВ, РВ [Электронный ресурс] / В. А. Никитин и др. - М.: ДМК Пресс, 2007. - 319 с.: ил. - ISBN 5-93700-010-2.
http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=406526	Ротхаммель, К. Антенны. Том 1 [Электронный ресурс] / К. Ротхаммель, А. Кришке; Пер. с нем. - 11-е изд. - М.: ДМК Пресс, 2009. - 416 с.: ил. - ISBN 5-85648-715-X.
http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=406537	Ротхаммель, К. Антенны. Том 2 [Электронный ресурс] / К. Ротхаммель, А. Кришке; Пер. с нем. - 11-е изд. - М.: ДМК Пресс, 2009. - 416 с.: ил. - ISBN 5-85648-716-8

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	

2	Специализированная лаборатория «Техническая электродинамика и распространение радиоволн»	Б.Морская, 67, ауд. 11-01
3	Специализированная лаборатория «Антенны и устройства СВЧ»	Гастелло, 15, ауд. 14-02

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Задачи; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	– испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	1. Основные задачи электродинамики. Величины, характеризующие э/м поле и его источники. 2. Характеристики сред и источников поля в макроскопической электродинамике. 3. Система уравнений Максвелла. (определение, перечисление входящих в нее уравнений и физических законов, которые описывают эти уравнения. 4. Первое уравнение Максвелла (дифференциальная и интегральная формы, физический закон, который оно описывает). 5. Второе уравнение Максвелла (дифференциальная и интегральная формы, физический закон, который оно описывает). 6. Определение электромагнитного поля и его основные свойства. 7. Свободные и связанные электрические заряды и токи в среде. Сторонние электрические заряды и токи. 8. Определение векторных параметров E, D, P, B, H, M и связь между ними. 9. Уравнения Максвелла для различных сред (по указанию преподавателя). 10. Граничные условия для касательных составляющих векторных параметров поля (вывод). 11. Граничные условия для нормальных составляющих векторных параметров поля (вывод). 12. Баланс энергии электромагнитного поля. Теорема Умова-Пойнтинга.	ОПК-1.3.1

	13. Условия единственности решения системы уравнений Максвелла. Внутренняя и внешняя задачи электродинамики. 14. Методы расчета электромагнитных полей (метод исключений, метод векторных и скалярных потенциалов, метод перестановочной двойственности). 15. Методы расчета электромагнитных полей (метод комплексных амплитуд) 16. Система уравнений Максвелла для комплексных амплитуд векторных параметров поля. 17. Комплексная диэлектрическая проницаемость. 18. Определение энергетических характеристик э/м поля с помощью комплексных амплитуд его векторных параметров.	
	19. Порядок решения любой электродинамической задачи. 20. Доказательство свойств однородности и поперечности плоской э/м волны, распространяющейся в свободном пространстве. 21. Вывод формул для фазовой скорости и характеристического сопротивления плоской однородной э/м волны, распространяющейся в свободном пространстве. 22. Доказательство ортогональности плоской однородной волны, распространяющейся в свободном пространстве. Определение вектора Пойнтинга (Π). 23. Виды поляризаций плоских э/м волн. Количественные характеристики поляризационного эллипса и способы их измерения. 24. Представление плоской линейно поляризованной волны в виде суммы двух плоских линейно поляризованных волн со взаимно перпендикулярными плоскостями поляризации. 25. Гармоническая плоская однородная волна в среде без потерь ($V_{\phi}, Z_c, \beta, \alpha$). 26. Гармоническая плоская однородная волна в среде с потерями ($V_{\phi}, Z_c, \beta, \alpha$).	ОПК-1.У.1

	27. Поверхностный эффект в проводнике. Вывод формулы для Δ. 28. Гармоническая плоская однородная волна в реальном проводнике и реальном диэлектрике ($V_\phi, Z_c, \beta, \alpha$). 29. Вывод формулы для комплексной амплитуды вектора $\mathbf{E}$ плоской э/м волны, распространяющейся в произвольном направлении относительно осей декартовой системы координат. 30. Определение граничных задач электродинамики. Векторы, плоскости и углы, рассматриваемые при решении граничных задач. 31. Наклонное падение плоской э/м волны на плоскую границу раздела двух полубесконечных диэлектриков (вывод формул для углов отражения и преломления). 32. Наклонное падение плоской э/м волны на плоскую границу раздела двух полубесконечных диэлектриков (вывод формул для коэффициентов Френеля). 33. Угол полного отражения при наклонном падении плоской э/м волны на границу раздела диэлектриков. 34. Угол полного преломления при наклонном падении плоской э/м волны на границу раздела диэлектриков. 35. Неотражающие диэлектрические покрытия. 36. Радиопрозрачный диэлектрический слой, расположенный в воздухе. 37. Граничные условия Леонтовича. 38. Структура электрического поля плоской неоднородной э/м волны, образовавшейся в результате суперпозиции отраженной и падающей однородных волн при наклонном падении плоской однородной э/м волны на границу раздела «идеальный диэлектрик – идеальный проводник».	
	39. Классификация направляемых электромагнитных волн. 40. Определение фазовой и групповой скорости электромагнитных волн и связь между этими скоростями.	ОПК-1.В.1

	41. Прием, используемый при решении задач определения структуры э/м поля в линиях передачи. Уравнения связи. 42. Определить зависимость продольных составляющих векторов E и H направляемых волн от координаты z, ориентированной параллельно направлению распространения этих волн (решение провести в обобщенно- цилиндрической системе координат). 43. Критические частоты и критические длины волн направляемых E- и H-волн а линиях передачи. 44. Фазовая и групповая скорость направляемых волн в линиях передачи (вывод формул). 45. Определить зависимость продольной составляющей вектора E от поперечных координат (x и y) для прямоугольного волновода, в котором распространяются собственные волны типа E. 46. Определить зависимость продольной составляющей вектора H от поперечных координат (x и y) для прямоугольного волновода, в котором распространяются собственные волны типа H. 47. Система уравнений для E-волн прямоугольного волновода (вывод из уравнения для составляющей E_z и уравнений связи) 48. Система уравнений для H-волн прямоугольного волновода (вывод из уравнения для составляющей H_z и уравнений связи) 49. Вывести систему уравнений для волны H_{10} из общей системы уравнений для H-волн прямоугольного волновода и рассказать о структуре э/м поля этой волны и ее свойствах. 50. Вывести систему уравнений для волны H_{11} из общей системы уравнений для H-волн прямоугольного волновода и изобразить силовые линии векторов E и H этой волны в поперечном сечении волновода. 51. Распределение токов проводимости по стенкам прямоугольного волновода, в котором распространяется волна H_{10}. Излучающие и неизлучающие щели в стенках волновода.	
--	---	--

	52. Физический смысл индексов “m” и “n” собственных волн прямоугольного волновода. 53. Сходство и различие плоских однородных э/м волн в свободном пространстве и плоских неоднородных собственных волн в прямоугольном волноводе. 54. Определить зависимость продольной составляющей вектора E от поперечных координат (ρ и φ) для круглого волновода, в котором распространяются собственные волны типа E. 55. Определить зависимость продольной составляющей вектора H от поперечных координат (ρ и φ) для круглого волновода, в котором распространяются собственные волны типа H. 56. Система уравнений для E-волн в круглом волноводе (вывод из уравнения для составляющей E_z и уравнений связи) 57. Система уравнений для H-волн в круглом волноводе (вывод из уравнения для составляющей H_z и уравнений связи) 58. Волна H_{11} в круглом волноводе – система уравнений, картина силовых линий векторов E и H в поперечном сечении волновода. 59. Особенности распространения волн типа H_{0n} в круглом волноводе. 60. Физический смысл индексов “m” и “n” собственных волн круглого волновода. 61. Вывод основного расчетного соотношения, используемого для определения коэффициентов затухания в волноводе с потерями. 62. Способы возбуждения собственных волн в волноводах. 63. Общие сведения об антенно-фидерных устройствах. 64. Полуволновый вибратор. 65. Направленное действие системы двух вибраторов. 66. Вибраторные антенны дециметровых волн.	
--	---	--

	67. Влияние земли на излучение и направленные свойства антенн. 68. Дифракция радиоволн. 69. Антенны с параболическими зеркалами. 70. Рупорные антенны и антенны поверхностных волн. 71. Распространение дециметровых и сантиметровых волн. 72. Основные принципы обеспечения электромагнитной совместимости	
--	--	--

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.
 Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1.	Волновые уравнения Гельмгольца это • векторные волновые уравнения для гармонических полей, записанные в комплексной форме; • векторные волновые уравнения, позволяющие описывать негармонические электромагнитные поля; • векторные волновые уравнения, описывающие электромагнитные поля в диэлектрической среде при условии отсутствия сторонних сил электрического типа.	ОПК-1
2.	«Количество электричества, выходящего за некоторый промежуток времени через замкнутую поверхность S , ограничивающую объем V , равно величине уменьшения находящегося в объеме заряда q за тот же промежуток времени». Это определение характеризует: • объемную плотность электрического заряда; • закон сохранения электрического заряда; • закон Ома в дифференциальной форме.	ОПК-1
3.	Согласно закону непрерывности постоянного электрического тока	ОПК-1

	• количество электричества, выходящего за некоторый промежуток времени через замкнутую поверхность S, ограничивающую объем V, равно величине уменьшения находящегося в объеме заряда q за тот же промежуток времени; • ток через любую замкнутую поверхность равен нулю и линии постоянного тока непрерывны, т.е. замкнуты сами на себя; • предел отношения тока проводимости сквозь некоторый элемент поверхности, нормальный к направлению движения заряженных частиц, к площади этого элемента S, при условии, что S стремится к нулю.	
4.	Уравнение Пуассона $\nabla^2 \bar{E} = \frac{1}{\epsilon_a} \text{grad}(\rho + \rho_s^{cm})$ позволяет описать • электростатическое поле в среде, где отсутствуют сторонние заряды и токи; • стационарное поле; • электростатическое поле.	ОПК-1
5.	Вектор Пойтинга $\bar{P} = [\bar{E} \times \bar{H}]$ • указывает направление распространения электромагнитной энергии; • определяет поляризацию электромагнитной волны; • характеризует плотность электрического тока проводимости.	ОПК-1
6.	Критерий классификации сред по электрическим свойствам (удельной электрической проводимости) зависит от • среднего за период значения энергии электромагнитного поля; • направления вектора Пойтинга; • частоты.	ОПК-1.
7.	Относительность классификации сред по электрическим свойствам обусловлена • зависимостью критерия классификации от частоты; • нелинейной зависимостью параметров среды от времени; • зависимостью свойств среды от векторов электромагнитного поля.	ОПК-1
8.	По характеру распределения силовых линий в пространстве поля делятся на • гармонические и негармонические; • стационарные и соленоидальные; • вихревые и потенциальные.	ОПК-1
9.	Вектор Пойтинга имеет размерность • магнитной индукции (Тл); • электрического смещения (Кл/м); • плотности мощности (Вт/м²).	ОПК-1
10.	Лемма Лоренца в дифференциальной форме выражает связь между • сторонними токами и полями в двух различных точках пространства; • сторонними токами и полями в двух различных областях пространства; • параметрами сред и полями в двух различных точках	ОПК-1

	пространства.	
11.	Лемма Лоренца для бесконечно большого объема представляет собой математическую запись • теоремы Гаусса-Остроградского; • теоремы взаимности; • теоремы единственности решений уравнений электродинамики.	ОПК-1
12.	В соответствии с принципом перестановочной двойственности, распространенным на случай наличия в рассматриваемой области сторонних источников монохроматического поля (среда проводящая), перестановка выполняется по следующей схеме: • $\vec{E} \leftrightarrow \vec{H}, \varepsilon_a \leftrightarrow -\mu_a$; • $\vec{E} \leftrightarrow \vec{H}, \varepsilon_a \leftrightarrow -\mu_a, \vec{\delta}_a^{cm} \leftrightarrow -\vec{\delta}_m^{cm}$; • $\dot{\vec{E}} \leftrightarrow \dot{\vec{H}}, \tilde{\varepsilon}_a \leftrightarrow -\mu_a, \dot{\vec{\delta}}_a^{cm} \leftrightarrow -\dot{\vec{\delta}}_m^{cm}$ (правильный ответ!).	ОПК-1
13.	В соответствии с принципом перестановочной двойственности, распространенным на случай наличия в рассматриваемой области сторонних источников монохроматического поля (среда диэлектрическая), перестановка выполняется по следующей схеме: • $\vec{E} \leftrightarrow \vec{H}, \varepsilon_a \leftrightarrow -\mu_a$; • $\vec{E} \leftrightarrow \vec{H}, \varepsilon_a \leftrightarrow -\mu_a, \vec{\delta}_a^{cm} \leftrightarrow -\vec{\delta}_m^{cm}$; • $\dot{\vec{E}} \leftrightarrow \dot{\vec{H}}, \tilde{\varepsilon}_a \leftrightarrow -\mu_a, \dot{\vec{\delta}}_a^{cm} \leftrightarrow -\dot{\vec{\delta}}_m^{cm}$ (правильный ответ!).	ОПК-1
14.	Деление сред на нелинейные и линейные обусловлено • зависимостью (независимостью) их параметров от координат среды; • зависимостью (независимостью) их параметров от времени; • зависимостью (независимостью) их параметров от значений векторов поля.	ОПК-1
15.	По характеру зависимости свойств среды от направления среды делятся на: • нелинейные и линейные; • изотропные и анизотропные; • однородные и неоднородные.	ОПК-1
16.	По характеру зависимости свойств среды от координат среды делятся на: • нелинейные и линейные; • изотропные и анизотропные; • однородные и неоднородные.	ОПК-1
17.	По характеру зависимости свойств среды от векторов электромагнитного поля среды делятся на: • нелинейные и линейные; • изотропные и анизотропные; • однородные и неоднородные.	ОПК-1
18.	Материальные уравнения электромагнитного поля связывают между собой • векторы электромагнитного поля и параметры среды; • векторы поля и координаты точки наблюдения; • параметры сред и энергию электромагнитного поля.	ОПК-1

19.	Уравнения Максвелла в дифференциальной форме связывает между собой • значения векторов электромагнитного поля в рассматриваемом объеме с зарядами и токами, протекающими в этом объеме; • значения векторов электромагнитного поля в некоторой точке среды с совокупностью плотностей зарядов и токов в этой точке; • векторы электромагнитного поля с параметрами среды, где наблюдается электромагнитное поле.	ОПК-1
20.	Уравнения Максвелла в интегральной форме связывает между собой • значения векторов электромагнитного поля в рассматриваемом объеме с зарядами и токами, протекающими в этом объеме; • значения векторов электромагнитного поля в некоторой точке среды с совокупностью плотностей зарядов и токов в этой точке; • векторы электромагнитного поля с параметрами среды, где наблюдается электромагнитное поле.	ОПК-1
21.	Принцип непрерывности силовых линий магнитного поля обусловлен • законом Ома в дифференциальной форме; • равенством нулю дивергенции вектора магнитной индукции (в соответствии с 4-м уравнением Максвелла в дифференциальной форме $\text{div}\vec{B} = 0$); • материальными уравнениями электромагнитного поля.	ОПК-1
22.	В основании 1-го уравнения Максвелла лежит • закон непрерывности постоянного электрического тока; • закон сохранения электрического заряда; • закон полного тока.	ОПК-1
23.	В основании 2-го уравнения Максвелла лежит • закон о магнитной индукции; • закон сохранения электрического заряда; • закон полного тока.	ОПК-1
24.	Обобщенный закон электромагнитной индукции основан на • законе полного тока; • опытным законе об электромагнитной индукции; • законе Ома в дифференциальной форме.	ОПК-1
25.	Переменное во времени электрическое поле независимо от свойств среды приводит к появлению • потенциального электрического поля; • постоянного электрического поля; • вихревого магнитного поля.	ОПК-1
26.	Непрерывность силовых линий магнитного поля обусловлена • законом полного тока; • 4-м уравнением Максвелла в дифференциальной форме ($\text{div}\vec{B} = 0$); • законом об электромагнитной индукции.	ОПК-1

27.	К строгим методам решения уравнений электродинамики относится • метод разделения переменных; • метод волновой оптики; • метод геометрической оптики.	ОПК-1
28.	К строгим методам решения уравнений электродинамики относится • метод геометрической оптики; • метод волновой оптики; • метод, основанный на использовании формулы Кирхгофа.	ОПК-1
29.	К строгим методам решения уравнений электродинамики относится • метод решения задачи на излучение известными источниками в неограниченной однородной среде; • метод волновой оптики; • метод геометрической оптики.	ОПК-1
30.	Приближенным методом решения задач электродинамики является: • метод волновой оптики; • метод разделения переменных; • метод зеркальных изображений.	ОПК-1
31.	Приближенным методом решения задач электродинамики является: • метод геометрической оптики; • метод разделения переменных; • метод зеркальных изображений.	ОПК-1
32.	Введение комплексной диэлектрической проницаемости позволяет • сделать систему уравнение электромагнитного поля симметричной; • применить к решению уравнения электромагнитного поля метод разделения переменных; • привести уравнения электромагнитного поля для полупроводящей и проводящей среды к виду уравнений для диэлектрика; • записать уравнения Максвелла в комплексной форме.	ОПК-1
33.	Среда считается идеальным проводником если • ее удельная электрическая проводимость стремится к единице ($\gamma_s \rightarrow 1$); • ее удельная электрическая проводимость стремится к нулю ($\gamma_s \rightarrow 0$); • ее удельная электрическая проводимость стремится к бесконечности ($\gamma_s \rightarrow \infty$).	ОПК-5
34.	Среда считается идеальным диэлектриком если • ее удельная электрическая проводимость стремится к единице ($\gamma_s \rightarrow 1$); • ее удельная электрическая проводимость стремится к нулю ($\gamma_s \rightarrow 0$); • ее удельная электрическая проводимость стремится к бесконечности ($\gamma_s \rightarrow \infty$).	ОПК-5
35.	Если в рассматриваемой среде на заданной частоте токи смещения преобладают над токами проводимости, то среда считается	ОПК-5

	• диэлектрической; • проводящей; • полупроводящей.	
36.	Если в рассматриваемой среде на заданной частоте токи проводимости преобладают над токами смещения, то среда считается • диэлектрической; • проводящей; • полупроводящей.	ОПК-5
37.	Если в рассматриваемой среде на заданной частоте токи смещения соизмеримы по величине с токами проводимости, то среда считается • диэлектрической; • проводящей; • полупроводящей.	ОПК-5
38.	В соответствии с теоремой единственности • при заданных начальных и граничных условиях не может быть двух разных решений уравнений электромагнитного поля; • при заданных начальных и граничных условиях, а также при заданном распределении и одновременном действии источников поля, полное поле будет определяться векторной суммой всех источников поля; • магнитные силовые линии всегда сцеплены с полным током, который является суммой токов проводимости и токов смещения.	ОПК-1
39.	Магнитное поле создается • как токами проводимости, так и токами, определяющимися изменением электрического поля во времени; • неподвижными электрическими зарядами; • неподвижными электрическими зарядами и токами.	ОПК-1
40.	Всякое изменение магнитного поля во времени независимо от параметров среды вызывает появление • вихревого электрического поля; • потенциального электрического поля; • стационарного электромагнитного поля.	ОПК-1
41.	В соответствии с 3-м уравнением Максвелла $\text{div} \vec{D} = \rho$ поток вектора электрического смещения D через замкнутую поверхность S равен • сумме зарядов, имеющих в объеме V, заключенном внутри указанной поверхности; • сумме поверхностных зарядов, расположенных на указанной поверхности; • нулю.	ОПК-1
42.	В соответствии с 4-м уравнением Максвелла поток вектора магнитной индукции B через замкнутую поверхность S равен • нулю; • бесконечности; • определяется частной производной по времени от вектора напряженности магнитного поля.	ОПК-1

43.	4-е уравнение Максвелла $\oint_S \vec{B} d\vec{S} = 0$ в интегральной форме представляет собой • математическое выражение принципа суперпозиции; • математическое выражение принципа непрерывности постоянного тока; • математическое выражение принципа непрерывности магнитного потока.	ОПК-1
44.	Непрерывность силовых линий постоянного магнитного поля обосновывают исходя из • появления вихревого электрического поля при изменении во времени магнитного поля; • отсутствия в природе магнитных зарядов; • принципа непрерывности постоянного тока.	ОПК-1
45.	Переход в уравнениях Максвелла к комплексным векторам возможен потому что эти уравнения являются • линейными; • однородными; • неоднородными.	ОПК-1
46.	Поток вектора Пойтинга $\oint_S [\vec{E}\vec{H}] d\vec{S}$ численно равен • мощности, которая в зависимости от знака интеграла либо входит (« - »), либо выходит (« + ») за рассматриваемый объем; • количеству энергии, переносимой электромагнитными волнами за единицу времени через единичную площадку, расположенную перпендикулярно к направлению распространения электромагнитной энергии.	ОПК-1
47.	Обобщенное неоднородное векторное волновое уравнение переходит в волновое уравнение Даламбера если • удельная электрическая проводимость среды, где наблюдается электромагнитное поле, равна нулю ($\gamma_s = 0$); • в области, где рассматривается электромагнитное поле, отсутствуют заряды и токи; • среда, где рассматривается электромагнитное поле, является проводящей и в ней отсутствуют сторонние заряды и токи.	ОПК-1
48.	Если в процессе радиопередачи ток в передающей антенне равен току, протекающему в приемной антенне, то в соответствии с теоремой взаимности • пространство между двумя антеннами содержит нелинейные элементы; • пространство между этими двумя антеннами содержит анизотропные элементы; • равными являются ЭДС, наведенные указанными токами в соответствующих антеннах; • сонаправленными являются векторы Пойтинга, характеризующие электромагнитные поля, возбуждаемые этими антеннами.	ОПК-5
49.	Введение векторного и скалярного электродинамических	ОПК-1

	потенциалов позволяет • сделать систему уравнений электромагнитного поля симметричной; • привести уравнения поля для полупроводящей и проводящей сред к виду уравнений для диэлектрика; • упростить векторные волновые уравнения таким образом, что в их правых частях находятся непосредственно возбуждающие функции в виде сторонних плотностей заряда и тока, а не их дифференциальные эффекты (<i>grad</i> или <i>rot</i>).	
50.	Введение в векторные волновые уравнения вектора Герца дает возможность • сделать систему уравнений электромагнитного поля симметричной; • свести уравнения Максвелла лишь к одному векторному волновому уравнению; • привести уравнения поля для полупроводящей и проводящей сред к виду уравнений для диэлектрика.	ОПК-1
51.	Зона элементарного электрического диполя, где выполняется соотношение $kr \ll l$ или $2\pi r \ll \lambda$ называется • волновой зоной; • дальней зоной; • ближней зоной.	ОПК-1
52.	Зона элементарного электрического диполя, где выполняется соотношение $kr \gg l$ или $2\pi r \gg \lambda$ называется • квазистационарной зоной; • дальней зоной; • ближней зоной.	ОПК-1
53.	Элементарный электрический диполь создает • сферическую волну; • цилиндрическую волну; • плоскую электромагнитную волну.	ОПК-5
54.	Пространственная диаграмма, отражающая зависимость составляющих векторов напряженностей электромагнитного поля $\dot{H}_\varphi$ и $\dot{E}_\theta$, создаваемого элементарным электрическим диполем, от полярного угла ϑ (при $r = const$) представляет собой • тороид с нулевым внутренним диаметром, центр которого совпадает с серединой диполя; • две соприкасающиеся окружности, расположенные одна над другой, при этом точка их соприкосновения совпадает с серединой диполя; • сферу, центр которой совпадает с серединой диполя.	ОПК-1
55.	Силовые линии магнитного поля, создаваемого вертикальным элементарным электрическим диполем представляют собой • концентрические окружности, параллельные экваториальной	ОПК-1

	плоскости с центром на оси диполя; • концентрические окружности, параллельные меридиональной плоскости с центром на оси диполя; • концентрические окружности, параллельные меридиональной плоскости, расположенные по обеим сторонам диполя и соприкасающиеся в точке, совпадающей с серединой диполя.	
56.	Пространственная диаграмма, отражающая зависимость составляющей вектора напряженности электрического поля $\vec{E}_r$, создаваемого элементарным электрическим диполем, от полярного угла ϑ (при $r = \text{const}$) представляет собой • тороид с нулевым внутренним диаметром, центр которого совпадает с серединой диполя; • две соприкасающиеся окружности, расположенные одна над другой, при этом точка их соприкосновения совпадает с серединой диполя; • сферу, центр которой совпадает с серединой диполя.	ОПК-1
57.	Поле элементарного электрического диполя относительно продольной оси диполя (относительно его момента) имеет • поперечную структуру (TEM); • поперечно-магнитную структуру (TM); • поперечно-электрическую структуру (TE).	ОПК-5
58.	Расстояния от точки наблюдения до участков волновой поверхности, обусловленных двумя соседними зонами Френеля, отличаются друг от друга на величину • $\lambda/4$, где λ - длина волны; • $\lambda/2$; • λ.	ОПК-5
59.	Электромагнитную волну с круговой поляризацией можно получить посредством сложения двух взаимно ортогональных плоско поляризованных волн с одинаковой частотой. При этом условием получения такой волны является • равенство амплитуд двух взаимно ортогональных плоско поляризованных волн и сдвиг фаз между ними, равный $\pi/2$; • равенство нулю амплитуды одной из складываемых плоско поляризованных волн независимо от сдвига фаз между ними; • равенство нулю амплитуды одной из складываемых плоско поляризованных волн и сдвиг фаз между ними, равный $\pi/2$.	ОПК-5
60.	Метод геометрической оптики находит применение при решении следующей электродинамической задачи • на отражение электромагнитных волн идеально проводящими телами в однородной изотропной среде; • дифракции на препятствии, если радиус кривизны	ОПК-5

	препятствия сравним с длиной волны; • на отражение электромагнитных волн, если точка наблюдения находится вблизи геометрической границы пучка лучей.	
61.	Если при решении электродинамической задачи выполняется соотношение $l/\lambda \ll 1$ (l – характерный размер области пространства V, где рассматривается электромагнитное поле; λ - длина волны), то область расположения граничной поверхности в электромагнитном поле является • резонансной; • квазиоптической; • квазистационарной.	ОПК-1
62.	Если при решении электродинамической задачи выполняется соотношение $l/\lambda \gg 1$ (l – характерный размер области пространства V, где рассматривается электромагнитное поле; λ - длина волны), то область расположения граничной поверхности в электромагнитном поле является • резонансной; • квазиоптической; • квазистационарной.	ОПК-1
63.	Если при решении электродинамической задачи выполняется соотношение $l/\lambda \approx 1$ (l – характерный размер области пространства V, где рассматривается электромагнитное поле; λ - длина волны), то область расположения граничной поверхности в электромагнитном поле является • резонансной; • квазиоптической; • квазистационарной.	ОПК-1
64.	Для решения электродинамических задач в резонансной области необходимо применять • строгие методы решения; • приближенные методы решения; • возможно применение как строгих, так и приближенных методов.	ОПК-1
65.	Для решения электродинамических задач в резонансной области необходимо применять • строгие методы решения; • метод геометрической оптики; • метод волновой оптики; • метод квазистатических приближений.	ОПК-1
66.	Для решения электродинамических задач в квазистационарной области необходимо применять • строгие методы решения; • метод геометрической оптики; • метод волновой оптики; • метод квазистатических приближений.	ОПК-1
67.	Для решения электродинамических задач в квазиоптической области необходимо применять • строгие методы решения; • метод волновой оптики;	ОПК-1

	• метод квазистатических приближений.	
68.	В основе метода квазистатических приближений лежат • методы электростатики и магнитостатики, при этом волновые уравнения электромагнитного поля вырождаются в уравнения Лапласа и Пуассона; • представление о локальном характере распространения, отражения и преломления света, когда пучок света представляется в виде совокупности сколь угодно тонких пучков лучей, распространяющихся независимо друг от друга (величина потока энергии в различных сечениях луча постоянна); • принцип Гюйгенса-Френеля.	ОПК-1
69.	В основе метода геометрической оптики лежат • методы электростатики и магнитостатики, при этом волновые уравнения электромагнитного поля вырождаются в уравнения Лапласа и Пуассона; • представление о локальном характере распространения, отражения и преломления света, когда пучок света представляется в виде совокупности сколь угодно тонких пучков лучей, распространяющихся независимо друг от друга (величина потока энергии в различных сечениях луча постоянна); • принцип Гюйгенса-Френеля.	ОПК-1
70.	В основе метода волновой (физической) оптики лежат • методы электростатики и магнитостатики, при этом волновые уравнения электромагнитного поля вырождаются в уравнения Лапласа и Пуассона; • представление о локальном характере распространения, отражения и преломления света, когда пучок света представляется в виде совокупности сколь угодно тонких пучков лучей, распространяющихся независимо друг от друга (величина потока энергии в различных сечениях луча постоянна); • принцип Гюйгенса-Френеля.	ОПК-1
71.	Дает возможность учесть явление дифракции в квазиоптической области • метод геометрической оптики; • метод волновой оптики; • метод квазистатических приближений.	ОПК-5
72.	Не позволяет учесть явление дифракции в квазиоптической области • метод геометрической оптики; • метод волновой оптики; • метод, основанный на использовании формулы Кирхгофа.	ОПК-5
73.	Фаза колебания, вызываемого участком волновой поверхности S_n (n-я зона Френеля) отличается от фазы колебания, вызванного соседним участком волновой поверхности S_{n+1} (или S_{n-1}) на • π; • $\pi/2$;	ОПК-1

	• 2п.	
74.	Комплексный коэффициент распространения электромагнитной волны (комплексное волновое число) определяется • параметрами среды распространения; • начальной фазой колебания; • мгновенным значением амплитуды напряженности электрического поля волны.	ОПК-1
75.	Коэффициент распространения электромагнитной волны (волновое число) зависит от • параметров среды распространения; • начальной фазы колебания; • среднего за период значения вектора Пойтинга.	ОПК-1
76.	Элементарный электрический диполь представляет собой провод, по которому протекает электрический ток. При этом длина провода • $l \gg \lambda$; • $l \approx \lambda$; • $l \ll \lambda$ (λ - длина волны), так как при выполнении этого условия во всех сечениях провода в данный момент времени $t = const$ протекает одинаковый ток.	ОПК-5
77.	Скорость распространения электромагнитной волны в среде определяется • электромагнитными параметрами среды распространения; • средним за период значением вектора Пойтинга; • мгновенным значением амплитуды напряженности электрического поля волны.	ОПК-5
78.	Скорость распространения электромагнитной волны в вакууме определяется • электромагнитными постоянными; • средним за период значением вектора Пойтинга; • мгновенным значением амплитуды напряженности электрического поля волны.	ОПК-5
79.	Электромагнитная волна, у которой неизменный по величине вектор напряженности электрического поля $\vec{E}$, равномерно вращаясь, в фиксированной точке пространства с течением времени описывает окружность, называется волной с • эллиптической поляризацией; • линейной поляризацией; • круговой поляризацией.	ОПК-5
80.	Электромагнитная волна, у которой воображаемый конец вектора напряженности электрического поля $\vec{E}$ в фиксированной точке пространства с течением времени перемещается вдоль отрезка	ОПК-5

	прямой, совершая возвратно-поступательное движение, называется волной с • эллиптической поляризацией; • линейной поляризацией; • круговой поляризацией.	
81.	Если имеет место электромагнитная волна с круговой поляризацией, то для заданного момента времени $t = const$ распределение напряженности электрического поля $\vec{E}$ в направлении распространения волны представляется • эллиптической спиралью; • круговой спиралью; • гармоническим законом.	ОПК-5
82.	Если имеет место электромагнитная волна с эллиптической поляризацией, то для заданного момента времени $t = const$ распределение напряженности электрического поля $\vec{E}$ в направлении распространения волны представляется • эллиптической спиралью; • круговой спиралью; • гармоническим законом.	ОПК-5
83.	Если имеет место электромагнитная волна с линейной поляризацией, то для заданного момента времени $t = const$ распределение напряженности электрического поля $\vec{E}$ в направлении распространения волны представляется • эллиптической спиралью; • круговой спиралью; • гармоническим законом.	ОПК-5
84.	Поверхность, во всех точках которой векторы напряженностей электромагнитного поля имеет одну и ту же фазу называется • фазовым фронтом, • волновой поверхностью; • поверхностью равных амплитуд.	ОПК-1
85.	Поверхность, во всех точках которой векторы напряженностей электромагнитного поля имеет одну и ту же фазу называется • фазовым фронтом, • поверхностью равных фаз; • поверхностью равных амплитуд.	ОПК-1
86.	Если поверхности равных фаз и равных амплитуд электромагнитной волны являются плоскостями и параллельны друг другу, то такая электромагнитная волна называется • плоской неоднородной волной; • плоско поляризованной волной; • плоской однородной волной.	ОПК-1
87.	Если поверхности равных фаз и равных амплитуд электромагнитной волны являются плоскостями и при этом не параллельны друг другу, то такая электромагнитная волна называется • плоской неоднородной волной;	ОПК-1

	• плоско поляризованной волной; • плоской однородной волной.	
88.	Элементарный точечный излучатель излучает электромагнитную волну, обладающую • сферической волновой поверхностью; • цилиндрической волновой поверхностью; • плоской волновой поверхностью.	ОПК-5
89.	Комплексный векторный электродинамический потенциал $\vec{A}_z$, характеризующий поле элементарного электрического диполя • параллелен продольной оси диполя (электрическому моменту диполя); • перпендикулярен электрическому моменту диполя; • совпадает с направлением вектора Пойтинга.	ОПК-1
90.	Излучение электромагнитной энергии вертикальным элементарным электрическим диполем • происходит в меридиональном направлении; • концентрируется вблизи экваториальной плоскости элементарного электрического диполя; • происходит в радиальном направлении.	ОПК-5
91.	Поле, создаваемое элементарным электрическим диполем в ближней зоне, определяется следующими составляющими векторов электромагнитного поля (в сферической системе координат) • меридиональной $\dot{E}_\theta$ и радиальной $\dot{E}_r$ составляющими вектора напряженности электрического поля, а также составляющей $\dot{H}_\varphi$ напряженности магнитного поля; • $\dot{E}_r$ и $\dot{H}_\varphi$; • $\dot{E}_\theta$ и $\dot{H}_\varphi$.	ОПК-5
92.	Поле, создаваемое элементарным электрическим диполем в дальней зоне, определяется следующими составляющими векторов электромагнитного поля (в сферической системе координат) • меридиональной $\dot{E}_\theta$ и радиальной $\dot{E}_r$ составляющими вектора напряженности электрического поля, а также составляющей $\dot{H}_\varphi$ напряженности магнитного поля; • $\dot{E}_r$ и $\dot{H}_\varphi$; • $\dot{E}_\theta$ и $\dot{H}_\varphi$ (правильный ответ!).	ОПК-5
93.	Нормированная диаграмма направленности (ДН) вертикального элементарного электрического диполя по напряженности поля в дальней зоне описывается следующей функциональной зависимостью • $\sin \vartheta$; • $\cos \vartheta$; • $\sin^2 \vartheta$.	ОПК-5

94.	Нормированная диаграмма направленности (ДН) вертикального элементарного электрического диполя по мощности в дальней зоне описывается следующей функциональной зависимостью • $\sin \vartheta$; • $\cos \vartheta$; • $\sin^2 \vartheta$.	ОПК-5
95.	Отношение напряженности электрического поля $\vec{E}$, создаваемого диполем, к напряженности магнитного поля $\vec{H}$ не зависит от координат точки наблюдения и источника электромагнитной волны и равно постоянной величине $\sqrt{\frac{\mu_a}{\epsilon_a}}$, которая определяется электромагнитными параметрами среды. Эта величина называется • скоростью электромагнитной волны; • волновым сопротивлением; • коэффициентом распространения электромагнитной волны.	ОПК-1
96.	Волновое сопротивление среды определяется исключительно • мгновенными значениями векторов $\vec{E}$ и $\vec{H}$; • скоростью распространения электромагнитной волны; • электромагнитными параметрами среды распространения.	ОПК-5
97.	Волновое сопротивление воздуха (вакуума) составляет • 120π; • 60π; • 270π.	ОПК-5
98.	Длиной электромагнитной волны называется расстояние, которое волна проходит за период времени, равный • $T/2$ (T – период электромагнитного колебания); • T; • $2T$.	ОПК-1
99.	Отношение плотности потока мощности, создаваемого реальной антенной в рассматриваемом направлении (ϑ, φ) при условии $r = \text{const}$ (r - расстояние до точки наблюдения) к плотности потока мощности, создаваемого ненаправленным изотропным излучателем, при одной и той же подводимой к ним мощности называется • диаграммой направленности; • коэффициентом направленного действия антенны; • коэффициентом усиления антенны.	ОПК-1
100.	Максимальная величина КНД (коэффициента направленного действия) элементарного электрического диполя, получаемая при $\vartheta = \pi/2$, составляет • 1,5; • 1,0; • 2,0.	ОПК-1
101.	Мощность, излучаемая вертикальным элементарным электрическим диполем	ОПК-5

	• прямо пропорциональна квадрату тока, протекающего по проводнику, и квадрату длины диполя; • обратно пропорциональна квадрату тока, протекающего по проводнику, и квадрату длины диполя; • зависит только от длины излучаемой волны.	
--	---	--

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- изложение материала с использованием доски;
- изложение материала с использованием проектора;
- демонстрация слайдов.

11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Приводятся в методических указаниях к лабораторным работам

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Приводятся в методических указаниях к лабораторным работам

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Приводятся в методических указаниях к лабораторным работам

Методические указания по прохождению лабораторных работ, имеющиеся в изданном виде, приведены в таблице 21

Таблица 21 - Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Место нахождения	Наименование
Локальная сеть кафедры, LMS	Исследование структуры поля волн H_{10} и H_{20} при различных нагрузках волновода. Благовещенский Д.В., Никитин Б.Т. Методические указания к выполнению лабораторной работы. СПб. ГААП. 1996. – 43 с.
Локальная сеть кафедры, LMS	Исследование дифракции электромагнитных волн на отверстиях и цилиндре. Федорова Л.А., Гладкий Н.А. Методические указания к выполнению лабораторной работы. СПб. ГУАП. 2010. – 30 с.
Локальная сеть кафедры, LMS	Исследование поляризационных характеристик электромагнитного поля. Данилов Ю.Н. Методические указания к выполнению лабораторной работы. СПб. ГААП. 1995. – 17 с.
Локальная сеть кафедры, LMS	Исследование плоских замедляющих систем. Никитин Б.Т., Красюк В.Н., Гладкий Н.А. Методические указания к выполнению лабораторной работы. СПб. ГААП. 1995. – 22 с.
Локальная сеть кафедры, LMS	Исследование структуры электромагнитного поля над проводящей плоскостью. Федорова Л.А. Методические указания к выполнению лабораторной работы. Л. ЛИАП. 1984. – 32 с.

Локальная сеть кафедры, LMS	Исследование дисперсии и затухания волн в волноводе прямоугольного сечения с волной H_{10} . Федорова Л.А. Методические указания к выполнению лабораторной работы. Л. ЛИАП. 1987. – 25 с.
Локальная сеть кафедры, LMS	Влияние зон Френеля на распространение электромагнитных волн. Благовещенский Д.В. Методические указания к выполнению лабораторной работы. Л.: ЛИАП. 1988. – 20 с.
Локальная сеть кафедры, LMS	Исследование электрических параметров сред с шероховатой поверхностью. Благовещенский Д.В. Методические указания к выполнению лабораторной работы. СПб.: ГААП. 1996. – 22 с.
Локальная сеть кафедры, LMS	Исследование антенны типа «волновой канал». Никитин Б.Т. Метод. указ. к выполнению лаб. раб. ЛИАП, Л., 1986г. -25с.
Локальная сеть кафедры, LMS	Исследование четырех плечных волноводных элементов антенных переключателей. Федорова Л.А., Данилов Ю.Н. Метод. указ. к выполнению лаб. раб. ГААП, С.-Пб., 1994г. -24с.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости складывается из контроля посещаемости лекционных и лабораторных занятий; выполнения всех предусмотренных настоящей рабочей программой лабораторных работ и их успешную защиту; выполнения самостоятельной работы.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности

применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой