

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования

"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 21

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель направления  
д.т.н., проф.  
(должность, уч. степень, звание)  
А.Ф. Крячко  
(инициалы, фамилия)  
(подпись)  
30 мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электродинамика»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	12.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Опtotехника
Наименование направленности	Опtико-электронные приборы и комплексы
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург - 2023 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

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

(подпись, дата)

Н.А. Гладкий  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 21

30 мая 2023 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой № 21

д.т.н., проф.  
(уч. степень, звание)

(подпись, дата)

А.Ф. Крячко  
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 12.03.02(02)

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

(подпись, дата)

Н.А. Гладкий  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

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

(подпись, дата)

О.Л. Балышева  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Электродинамика» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 12.03.02 «Оптотехника» направленности «Опτικο-электронные приборы и комплексы». Дисциплина реализуется кафедрой «№21».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-1 «Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства оптического, оптических и опτικο-электронных приборов и комплексов»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами электромагнитных явлений, свойствами электромагнитных полей и законами, позволяющими математически описывать электромагнитные поля и волны. Важное место в содержании дисциплины занимает изучение основных уравнений электродинамики. В курсе лекций обучающиеся знакомятся с основными методами и теоремами, используемыми при решении различных электродинамических задач, описанием статических и стационарных полей. Кроме того, изучение данной дисциплины предполагает ознакомление с основами излучения, дифракции и распространения электромагнитных волн в свободном пространстве, в изотропных, анизотропных и диспергирующих средах, а также в направляющих системах.

Изучение данного курса позволит будущему специалисту получить фундаментальные знания по теории электромагнитного поля и овладеть методами решения электродинамических задач для дальнейшего практического применения. На примере изучения данной дисциплины студент обучается использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

В ходе лабораторных работ, предусмотренных программой дисциплины, обучающиеся получают практические навыки по экспериментальному исследованию явлений электромагнитного поля.

Таким образом, на примере изучения данной дисциплины студент обучается использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельную работу студента и консультации.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Изучение курса «Электродинамики» позволит будущему специалисту закрепить фундаментальные знания по теории электромагнитного поля и овладеть методами решения ряда электродинамических задач.

Дисциплина «Электродинамика» призвана способствовать созданию образовательной среды для преподавания смежных дисциплин. Её изучение, наряду с другими дисциплинами в рамках общего направления «Оптотехника», способствует повышению культуры мышления, способности к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения, способности к проведению эксперимента, к обработке и представлению экспериментальных данных. Изучение дисциплины «Электродинамика» позволит будущему специалисту осознать социальную значимость своей будущей профессии, обладать высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности. Поэтому, одной из целей изучения дисциплины является формирование у студентов готовности к созданию условий для развития российской инфраструктуры связи, обеспечения ее интеграции с международными сетями связи, а также готовности содействовать внедрению перспективных технологий и стандартов, наряду с готовностью к контролю соблюдения и обеспечению экологической безопасности. Кроме того, изучение данной дисциплины позволит будущему специалисту собирать и анализировать научно-техническую информацию по тематике исследования, учитывать современные тенденции развития и использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в профессиональной деятельности.

Лабораторные работы, предусмотренные планом данной дисциплины, также способствуют формированию навыков проведения эксперимента, обработки и представления экспериментальных данных.

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 применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства оптоэлектроники, оптических и	ОПК-1.3.1 знать фундаментальные законы естествознания, основные физические и математические законы ОПК-1.У.1 уметь использовать естественнонаучные и общетехнические знания при решении практических задач, связанных с проектированием и конструированием, технологиями производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

	оптико- электронных приборов и комплексов	
--	--	--

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- « Физика»,
- « Радиотехнические цепи и сигналы»,

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

- «Основы теории оптических сигналов»,
- «Распространение электромагнитных радиоволн»,
- «Векторная алгебра и векторный анализ»;

«Теоретические основы локации и навигации».

## 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>		
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	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)	45	45
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	48	48
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> 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.	3	0	0	0	0

Раздел 2. Система уравнений электромагнитного поля.	4	0	0	0	0
Раздел 3. Закон сохранения энергии для электромагнитного поля.	4	0	0	0	0
Раздел 4. Волновые уравнения и электродинамические потенциалы.	4	0	0	0	0
Раздел 5. Основные методы и теоремы, используемые при решении задач электродинамики.	4	0		0	9
Раздел 6. Излучение электромагнитных волн.	3	0	4	0	0
Раздел 7. Плоские электромагнитные волны.	4	0	4	0	13
Раздел 8. Направляемые электромагнитные волны и направляющие системы.	4	0	9	0	13
Раздел 9. Статические и стационарные поля.	4	0	0	0	13
Итого в семестре:	34	0	17	0	48
Итого:	34	0	17	0	48

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
1.	<p><b>Введение.</b></p> <p>Тема 1. Предмет электродинамики, определение электромагнитного поля, источники возникновения электромагнитного поля.</p> <p>Тема 2. Закон сохранения заряда и уравнение непрерывности постоянного тока.</p> <p>Тема 3. Векторы электромагнитного поля. Графическое изображение векторных полей.</p> <p>Тема 4. Электромагнитные параметры сред. Классификация сред по электрическим и магнитным свойствам.</p>
2.	<p><b>Система уравнений электромагнитного поля</b></p> <p>Тема 1. Уравнения Максвелла в интегральной форме и их физический смысл. Принцип непрерывности магнитного потока.</p> <p>Тема 2. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме и их физический смысл. Уравнение непрерывности тока.</p> <p>Тема 3. Граничные условия для векторов электромагнитного поля. Условия на границе идеального проводника.</p> <p>Тема 4. Уравнения Максвелла в комплексной форме.</p> <p>Тема 5. Комплексная диэлектрическая проницаемость и относительность классификации сред по электрической проводимости.</p> <p>Тема 6. Сторонние силы электрического и магнитного типа и полная симметричная система уравнений электромагнитного поля.</p>
3.	<b>Закон сохранения энергии для электромагнитного поля</b>

	<p>Тема 1. Энергия и мощность электромагнитного поля.</p> <p>Тема 2. Теорема Пойтинга о балансе энергии электромагнитного поля в дифференциальной, интегральной и комплексной формах.</p> <p>Тема 3. Вектор Умова-Пойтинга и его физический смысл, скорость движения энергии.</p>
4.	<p><b>Волновые уравнения и электродинамические потенциалы</b></p> <p>Тема 1. Волновые уравнения для векторов электромагнитного поля, уравнение Даламбера.</p> <p>Тема 2. Скалярный и векторный электродинамические потенциалы, волновые уравнения для электродинамических потенциалов.</p> <p>Тема 3. Вектор Герца, волновые уравнения относительно вектора Герца.</p> <p>Тема 4. Уравнения Гельмгольца.</p> <p>Тема 5. Классификация уравнений электромагнитного поля, вихревые и потенциальные поля.</p>
5.	<p><b>Основные методы и теоремы, используемые при решении задач электродинамики</b></p> <p>Тема 1. Единственность решения задач электродинамики. Принцип суперпозиции для электромагнитных полей. Принцип перестановочной двойственности.</p> <p>Тема 2. Теорема взаимности.</p> <p>Тема 3. Два класса независимых решений уравнений Максвелла.</p> <p>Тема 4. Решение уравнений Максвелла при заданных источниках.</p> <p>Тема 5. Решение уравнений Максвелла для гармонических колебаний. Решение неоднородного волнового уравнения для электромагнитного поля в неограниченной однородной среде.</p> <p>Тема 6. Решение волнового уравнения методом разделения переменных.</p> <p>Тема 7. Решение волнового уравнения для области, ограниченной замкнутой поверхностью: скалярная формула Кирхгофа, векторный аналог формулы Кирхгофа.</p> <p>Тема 8. Теорема эквивалентности.</p> <p>Тема 9. Функция Грина.</p> <p>Тема 10. Приближенные методы решения задач электродинамики, выбор метода решения.</p> <p>Тема 11. Метод геометрической оптики.</p> <p>Тема 12. Принцип Гюйгенса-Френеля, метод волновой оптики, зоны Френеля.</p>
6.	<p><b>Излучение электромагнитных волн</b></p> <p>Тема 1. Основная задача теории излучения. Волновая поверхность, фронт волны, фазовая скорость, длина волны. Плоские и сферические волны.</p> <p>Тема 2. Поляризация электромагнитных волн, виды поляризации, условия и способы возбуждения электромагнитных волн с линейной, круговой и эллиптической поляризацией.</p> <p>Тема 3. Поле элементарного электрического диполя.</p> <p>Тема 4. Свойства поля элементарного электрического диполя; ближняя и дальняя зоны.</p> <p>Тема 5. Излучение электромагнитного поля электрическим диполем.</p> <p>Тема 6. Излучение элементарного магнитного диполя.</p> <p>Тема 7. Излучение элемента Гюйгенса.</p>
7.	<p><b>Плоские электромагнитные волны</b></p> <p>Тема 1. Волновое уравнение для плоской волны. Плоские</p>

	электромагнитные волны в различных изотропных средах (диэлектрике, полупроводящей среде, проводнике).
8.	<p align="center"><b>Направляемые электромагнитные волны и направляющие системы</b></p> <p>Тема 1. Общие сведения о направляющих системах и направляемых электромагнитных волнах.</p> <p>Тема 2. Открытая двухпроводная и коаксиальная линии.</p> <p>Тема 3. Волновод, образованный параллельными идеально проводящими плоскостями.</p> <p>Тема 4. Распространение электромагнитных волн в волноводах прямоугольного сечения.</p> <p>Тема 5. Распространение электромагнитных волн в волноводах круглого сечения.</p> <p>Тема 6. Пропускаемая мощность, характеристическое сопротивление и коэффициент затухания волновода.</p>
9.	<p align="center"><b>Статические и стационарные поля</b></p> <p>Тема 1. Система уравнений электростатики, скалярные уравнения Пуассона и Лапласа и их решения.</p> <p>Тема 2. Магнитостатика. Магнитное поле постоянных токов, векторные уравнения Пуассона и Лапласа.</p>

#### 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 структуры поля волн $H_{10}$ и $H_{20}$ при различных нагрузках волновода. Часть 1.	3	3	8
2.	Исследование структуры поля волн $H_{10}$ и $H_{20}$ при различных нагрузках волновода. Часть 2.	2	2	8
3.	Исследование поляриационных	4	4	6

	характеристик электромагнитного поля.			
4.	Исследование плоских замедляющих систем.	4	4	7
5.	Исследование дисперсии и затухания волн в волноводе прямоугольного сечения с волной $H_{10}$ .	4	4	8
		17	17	
	Всего	17	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.

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 5, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	28	28
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	48	48

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	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
621.37 Н64	Электродинамика и распространение радиоволн [Текст] : учебное пособие / В. В. Никольский, Т. И. Никольская. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1989. - 544 с. : рис. - Библиогр.: с. 540 - 543. - ISBN 5-02-014033-3.	15 Фонд учебного корпуса (Гастелло) 3 Студ.отдел (БМ)
5.537.8(075)(ГУАП) К17	Калашников, В. С. Техническая электродинамика.	12 Фонд учебного корпуса



	Направляющие системы и направляемые волны [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В. С. Калашников, А. В. Прусов; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Документ включает в себя 1 файл, размер:(464 Kb). - СПб.: РИО ГУАП, 2001.	(Гастелло) 61 Студ.отдел (БМ)
535 Ф 33	Федоров, Виктор Викторович. Единая теория поля [Текст] / В. В. Федоров ; С.-Петерб. гос. электротехн. ун-т "ЛЭТИ". - СПб. : Изд-во ГЭТУ (ЛЭТИ), 2009. - 248 с. : рис. - Библиогр.: с. 245 (41 назв.). - ISBN 978-5-7629-0998-3	27 Фонд учебного корпуса (Гастелло)
621.37 К78	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.).	20 Фонд учебного корпуса (Гастелло) 3 Студ.отдел (БМ)
621.37 П30	Петров, Борис Михайлович. Электродинамика и распространение радиоволн [Текст] : учебник / Б. М. Петров. - 2-е изд., испр. - М. : Горячая линия - Телеком, 2003. - 558 с. : рис., граф. - Библиогр.: с. 546 - 550 (106 назв.). - ISBN 5-93517-073-6 : 204.60 р. Издание имеет гриф Министерства образования РФ. На с. 539 - 546 : Приложения. Формулы. Функции. Решение уравнений. Предм. указ. : с. 551 - 553	5 Отдел фундаментальной литературы
537 Г 83	Григорьев, А. Д. Электродинамика и микроволновая техника [Текст] : учебник / А. Д. Григорьев. - 2-е изд., доп. - СПб. : Лань, 2007. - 704 с. : рис. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 692 - 693 (43 назв.). - Предм. указ.: с. 694 - 698. - ISBN 978-5-8114-0706-4 : 821.48 р.	2 Отдел фундаментальной литературы 13 Фонд учебного корпуса (Гастелло)

#### 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
<a href="http://lib.aanet.ru/">http://lib.aanet.ru/</a>	Электронная библиотечная система ГУАП (для доступа необходима авторизация по номеру читательского билета).
<a href="http://techlibrary.ru/">http://techlibrary.ru/</a>	Техническая библиотека. Переводные и русскоязычные издания, объединённые в общий каталог научно-технической литературы.
<a href="http://www.rsl.ru">http://www.rsl.ru</a>	Российская государственная библиотека

<a href="http://www.nlr.ru">http://www.nlr.ru</a>	Российская национальная библиотека
<a href="http://www.libfl.ru">http://www.libfl.ru</a>	Всероссийская государственная библиотека иностранной литературы им. М.И.Рудомино
<a href="http://www.ras.ru">http://www.ras.ru</a>	Библиотека Академии Наук
<a href="http://www.benran.ru">http://www.benran.ru</a>	Библиотека РАН по естественным наукам
<a href="http://www.gpntb.ru">http://www.gpntb.ru</a>	Государственная публичная научно-техническая библиотека
<a href="http://www.spsl.nsc.ru/">http://www.spsl.nsc.ru/</a>	Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения РАН
<a href="http://lib.febras.ru">http://lib.febras.ru</a>	Центральная научная библиотека Дальневосточного отделения РАН
<a href="http://www.uran.ru">http://www.uran.ru</a>	Центральная научная библиотека Уральского отделения РАН
<a href="http://www.loc.gov/index.html">http://www.loc.gov/index.html</a>	Библиотека Конгресса
<a href="http://www.bl.uk">http://www.bl.uk</a>	Британская национальная библиотека
<a href="http://www.bnf.fr">http://www.bnf.fr</a>	Французская национальная библиотека
<a href="http://www.ddb.de">http://www.ddb.de</a>	Немецкая национальная библиотека
<a href="http://www.ruslan.ru:8001/rus/rcsl/re-sources">http://www.ruslan.ru:8001/rus/rcsl/re-sources</a>	Библиотечная сеть учреждений науки и образования RUSLANet
<a href="http://www.pl.spb.ru">http://www.pl.spb.ru</a>	Центральная городская универсальная библиотека им. В.Маяковского
<a href="http://www.lib.pu.ru">http://www.lib.pu.ru</a>	Научная библиотека им. М.Горького Санкт-Петербургского Государственного университета (СПбГУ)
<a href="http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/">http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/</a>	Фундаментальная библиотека Санкт-Петербургского Государственного Политехнического университета (СПбГПУ)
<a href="http://electrodynamics.narod.ru/">http://electrodynamics.narod.ru/</a>	«Электродинамика глазами физика»
<a href="http://antenna.psuti.ru/">http://antenna.psuti.ru/</a>	Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики кафедра антенн
<a href="http://eqworld.ipmnet.ru/rus/library/physics/electric.htm">http://eqworld.ipmnet.ru/rus/library/physics/electric.htm</a>	Литература по электричеству магнетизму и электродинамике
<a href="http://sfiz.ru/forums.php?m=topics&amp;s=3">http://sfiz.ru/forums.php?m=topics&amp;s=3</a>	Форум по электродинамике

## 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 таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	
2	Специализированная лаборатория «Техническая электродинамика и распространение радиоволн»	11-01a

## 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; 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	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

### 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 для экзамена	Код индикатора
1.	Основные сведения об электромагнитном поле.	ОПК-1.3.1
2.	Закон сохранения заряда и уравнение непрерывности постоянного тока.	ОПК-1.3.1
3.	Электромагнитные параметры и виды сред.	ОПК-1.3.1
4.	Плотность тока проводимости. Дифференциальная форма закона Ома.	ОПК-1.3.1
5.	Материальные уравнения электромагнитного поля.	ОПК-1.3.1
6.	Уравнения Максвелла в интегральной форме и их физический смысл.	ОПК-1.3.1
7.	Закон полного тока. Первое уравнение Максвелла.	ОПК-1.3.1
8.	Закон электромагнитной индукции. Второе уравнение Максвелла.	ОПК-1.3.1
9.	Закон неразрывности магнитных силовых линий. Четвертое уравнение Максвелла.	ОПК-1.3.1
10.	Уравнения Максвелла в дифференциальной форме и их физический смысл.	ОПК-1.3.1
11.	Граничные условия для векторов электрического поля.	ОПК-1.3.1
12.	Граничные условия для векторов магнитного поля.	ОПК-1.3.1
13.	Условия на границе идеального проводника.	ОПК-1.3.1
14.	Сторонние силы и полная система уравнений Максвелла.	ОПК-1.3.1
15.	Уравнения Максвелла для монохроматических колебаний.	ОПК-1.3.1
16.	Комплексная диэлектрическая проницаемость. Угол диэлектрических потерь.	ОПК-1.3.1
17.	Относительность классификации сред по электрической проводимости.	ОПК-1.3.1
18.	Закон сохранения энергии для электромагнитного поля. Вектор Пойтинга.	ОПК-1.3.1
19.	Волновые уравнения для векторов электромагнитного поля.	ОПК-1.3.1

	Уравнение Даламбера.	
20.	Скалярный и векторный электродинамические потенциалы. Запаздывающие потенциалы и их физический смысл.	ОПК-1.3.1
21.	Волновые уравнения для электродинамических потенциалов.	ОПК-1.3.1
22.	Волновые уравнения для вектора Герца.	ОПК-1.3.1
23.	Уравнения Гельмгольца. Волновой характер электромагнитного поля.	ОПК-1.3.1
24.	Классификация уравнений электромагнитного поля. Вихревые и потенциальные поля.	ОПК-1.3.1
25.	Принцип суперпозиции для электромагнитных полей.	ОПК-1.3.1
26.	Принцип перестановочной двойственности.	ОПК-1.3.1
27.	Теорема взаимности.	ОПК-1.3.1
28.	Два класса независимых решений уравнений Максвелла.	ОПК-1.3.1
29.	Решение неоднородного волнового уравнения для электромагнитного поля в неограниченной неоднородной среде.	ОПК-1.3.1
30.	Решение волнового уравнения методом разделения переменных.	ОПК-1.3.1
31.	Решение волнового уравнения для области, ограниченной замкнутой поверхностью. Формула Кирхгофа.	ОПК-1.3.1
32.	Теорема эквивалентности.	ОПК-1.3.1
33.	Три области расположения граничной поверхности в электромагнитном поле. Особенности решения электродинамических задач в этих областях.	ОПК-1.У.1
34.	Приближенные методы решения электродинамических задач.	ОПК-1.У.1
35.	Метод геометрической оптики. Условия применения метода геометрической оптики.	ОПК-1.У.1
36.	Метод волновой оптики, условия его применения. Формула Кирхгофа.	ОПК-1.3.1
37.	Метод волновой оптики. Зоны Френеля.	ОПК-1.3.1
38.	Метод краевых волн физической теории дифракции.	ОПК-1.3.1
39.	Излучение электромагнитных волн.	ОПК-1.3.1
40.	Волновая поверхность, фазовая скорость, длина волны.	ОПК-1.3.1
41.	Поляризация электромагнитных волн.	ОПК-1.У.1
42.	Поле элементарного электрического диполя (вывод общих соотношений).	ОПК-1.3.1
43.	Свойства электромагнитного поля электрического диполя. Ближняя и дальняя зоны.	ОПК-1.3.1
44.	Излучение электромагнитной энергии электрическим диполем.	ОПК-1.3.1
45.	Излучение элементарного магнитного диполя.	ОПК-1.3.1
46.	Излучение элемента Гюйгенса.	ОПК-1.3.1
47.	Отражение и преломление электромагнитных волн на плоской границе раздела сред.	ОПК-1.У.1
48.	Падение плоской однородной параллельно поляризованной волны на плоскую границу раздела сред.	ОПК-1.3.1
49.	Падение плоской однородной перпендикулярно поляризованной волны на плоскую границу раздела сред.	ОПК-1.3.1
50.	Угол полного внутреннего преломления.	ОПК-1.У.1
51.	Типы направляющих систем.	ОПК-1.3.1
52.	Типы волн в волноводе.	ОПК-1.3.1

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 <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>векторные волновые уравнения для гармонических полей, записанные в комплексной форме;</b></li> <li>• векторные волновые уравнения, позволяющие описывать негармонические электромагнитные поля;</li> <li>• векторные волновые уравнения, описывающие электромагнитные поля в диэлектрической среде при условии отсутствия сторонних сил электрического типа.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
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: <ul style="list-style-type: none"> <li>• объемную плотность электрического заряда;</li> <li>• <b>закон сохранения электрического заряда;</b></li> <li>• закон Ома в дифференциальной форме.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
3.	Согласно закону непрерывности постоянного электрического тока <ul style="list-style-type: none"> <li>• количество электричества, выходящего за некоторый промежуток времени через замкнутую поверхность <math>S</math>, ограничивающую объем <math>V</math>, равно величине уменьшения находящегося в объеме заряда <math>q</math> за тот же промежуток времени;</li> <li>• <b>ток через любую замкнутую поверхность равен нулю и линии постоянного тока непрерывны, т.е. замкнуты сами на себя;</b></li> <li>• предел отношения тока проводимости сквозь некоторый элемент поверхности, нормальный к направлению движения заряженных частиц, к площади этого элемента <math>S</math>, при условии, что <math>S</math> стремится к нулю.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
4.	Уравнение Пуассона $\nabla^2 \vec{E} = \frac{1}{\epsilon_a} \text{grad}(\rho + \rho_s^{cm})$ позволяет описать <ul style="list-style-type: none"> <li>• электростатическое поле в среде, где отсутствуют сторонние заряды и токи;</li> <li>• стационарное поле;</li> </ul>	ОПК-1.У.1

	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>электростатическое поле.</b></li> </ul>	
5.	<p>Вектор Пойтинга <math>\vec{P} = [\vec{E} \times \vec{H}]</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>указывает направление распространения электромагнитной энергии;</b></li> <li>определяет поляризацию электромагнитной волны;</li> <li>характеризует плотность электрического тока проводимости.</li> </ul>	ОПК-1.У.1
6.	<p>Критерий классификации сред по электрическим свойствам (удельной электрической проводимости) зависит от</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>среднего за период значения энергии электромагнитного поля;</li> <li>направления вектора Пойтинга;</li> <li><b>частоты.</b></li> </ul>	ОПК-1.3.1
7.	<p>Относительность классификации сред по электрическим свойствам обусловлена</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>зависимостью критерия классификации от частоты;</b></li> <li>нелинейной зависимостью параметров среды от времени;</li> <li>зависимостью свойств среды от векторов электромагнитного поля.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
8.	<p>По характеру распределения силовых линий в пространстве поля делятся на</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>гармонические и негармонические;</li> <li>стационарные и соленоидальные;</li> <li><b>вихревые и потенциальные.</b></li> </ul>	ОПК-1.3.1
9.	<p>Вектор Пойтинга имеет размерность</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>магнитной индукции (Тл);</li> <li>электрического смещения (Кл/м);</li> <li><b>плотности мощности (Вт/м<sup>2</sup>).</b></li> </ul>	ОПК-1.3.1
10.	<p>Лемма Лоренца в дифференциальной форме выражает связь между</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>сторонними токами и полями в двух различных точках пространства;</b></li> <li>сторонними токами и полями в двух различных областях пространства;</li> <li>параметрами сред и полями в двух различных точках пространства.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
11.	<p>Лемма Лоренца для бесконечно большого объема представляет собой математическую запись</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>теоремы Гаусса-Остроградского;</li> <li><b>теоремы взаимности;</b></li> <li>теоремы единственности решений уравнений электродинамики.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
12.	<p>В соответствии с принципом перестановочной двойственности, распространенным на случай наличия в рассматриваемой области сторонних источников монохроматического поля (среда проводящая), перестановка выполняется по следующей схеме:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\vec{E} \leftrightarrow \vec{H}, \varepsilon_a \leftrightarrow -\mu_a;</math></li> <li><math>\vec{E} \leftrightarrow \vec{H}, \varepsilon_a \leftrightarrow -\mu_a, \vec{\delta}_s^{cm} \leftrightarrow -\vec{\delta}_m^{cm};</math></li> <li><math>\dot{\vec{E}} \leftrightarrow \dot{\vec{H}}, \tilde{\varepsilon}_a \leftrightarrow -\mu_a, \dot{\vec{\delta}}_s^{cm} \leftrightarrow -\dot{\vec{\delta}}_m^{cm}</math> (правильный ответ!).</li> </ul>	ОПК-1.У.1
13.	<p>В соответствии с принципом перестановочной двойственности, распространенным на случай наличия в рассматриваемой области сторонних источников монохроматического поля (среда</p>	ОПК-1.У.1

	<p>диэлектрическая), перестановка выполняется по следующей схеме:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\vec{E} \leftrightarrow \vec{H}, \varepsilon_a \leftrightarrow -\mu_a</math>;</li> <li>• <math>\vec{E} \leftrightarrow \vec{H}, \varepsilon_a \leftrightarrow -\mu_a, \vec{\delta}_a^{cm} \leftrightarrow -\vec{\delta}_m^{cm}</math>;</li> <li>• <math>\dot{\vec{E}} \leftrightarrow \dot{\vec{H}}, \tilde{\varepsilon}_a \leftrightarrow -\mu_a, \dot{\vec{\delta}}_a^{cm} \leftrightarrow -\dot{\vec{\delta}}_m^{cm}</math> (правильный ответ!).</li> </ul>	
14.	<p>Деление сред на нелинейные и линейные обусловлено</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• зависимостью (независимостью) их параметров от координат среды;</li> <li>• зависимостью (независимостью) их параметров от времени;</li> <li>• <b>зависимостью (независимостью) их параметров от значений векторов поля.</b></li> </ul>	ОПК-1.3.1
15.	<p>По характеру зависимости свойств среды от направления среды делятся на:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• нелинейные и линейные;</li> <li>• <b>изотропные и анизотропные;</b></li> <li>• однородные и неоднородные.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
16.	<p>По характеру зависимости свойств среды от координат среды делятся на:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• нелинейные и линейные;</li> <li>• изотропные и анизотропные;</li> <li>• <b>однородные и неоднородные.</b></li> </ul>	ОПК-1.3.1
17.	<p>По характеру зависимости свойств среды от векторов электромагнитного поля среды делятся на:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>нелинейные и линейные;</b></li> <li>• изотропные и анизотропные;</li> <li>• однородные и неоднородные.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
18.	<p>Материальные уравнения электромагнитного поля связывают между собой</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>векторы электромагнитного поля и параметры среды;</b></li> <li>• векторы поля и координаты точки наблюдения;</li> <li>• параметры сред и энергию электромагнитного поля.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
19.	<p>Уравнения Максвелла в дифференциальной форме связывает между собой</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• значения векторов электромагнитного поля в рассматриваемом объеме с зарядами и токами, протекающими в этом объеме;</li> <li>• <b>значения векторов электромагнитного поля в некоторой точке среды с совокупностью плотностей зарядов и токов в этой точке;</b></li> <li>• векторы электромагнитного поля с параметрами среды, где наблюдается электромагнитное поле.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
20.	<p>Уравнения Максвелла в интегральной форме связывает между собой</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>значения векторов электромагнитного поля в рассматриваемом объеме с зарядами и токами, протекающими в этом объеме;</b></li> <li>• значения векторов электромагнитного поля в некоторой точке среды с совокупностью плотностей зарядов и токов в этой точке;</li> </ul>	ОПК-1.3.1



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• векторы электромагнитного поля с параметрами среды, где наблюдается электромагнитное поле.</li> </ul>	
21.	<p>Принцип непрерывности силовых линий магнитного поля обусловлен</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• законом Ома в дифференциальной форме;</li> <li>• <b>равенством нулю дивергенции вектора магнитной индукции (в соответствии с 4-м уравнением Максвелла в дифференциальной форме <math>\text{div}\vec{B} = 0</math>);</b></li> <li>• материальными уравнениями электромагнитного поля.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
22.	<p>В основании 1-го уравнения Максвелла лежит</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• закон непрерывности постоянного электрического тока;</li> <li>• закон сохранения электрического заряда;</li> <li>• <b>закон полного тока.</b></li> </ul>	ОПК-1.3.1
23.	<p>В основании 2-го уравнения Максвелла лежит</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>закон о магнитной индукции;</b></li> <li>• закон сохранения электрического заряда;</li> <li>• закон полного тока.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
24.	<p>Обобщенный закон электромагнитной индукции основан на</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• законе полного тока;</li> <li>• <b>опытном законе об электромагнитной индукции;</b></li> <li>• законе Ома в дифференциальной форме.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
25.	<p>Переменное во времени электрическое поле независимо от свойств среды приводит к появлению</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• потенциального электрического поля;</li> <li>• постоянного электрического поля;</li> <li>• <b>вихревого магнитного поля.</b></li> </ul>	ОПК-1.3.1
26.	<p>Непрерывность силовых линий магнитного поля обусловлена</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• законом полного тока;</li> <li>• <b>4-м уравнением Максвелла в дифференциальной форме (<math>\text{div}\vec{B}=0</math>);</b></li> <li>• законом об электромагнитной индукции.</li> </ul>	ОПК-1.У.1
27.	<p>К строгим методам решения уравнений электродинамики относится</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>метод разделения переменных;</b></li> <li>• метод волновой оптики;</li> <li>• метод геометрической оптики.</li> </ul>	ОПК-1.У.1
28.	<p>К строгим методам решения уравнений электродинамики относится</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• метод геометрической оптики;</li> <li>• метод волновой оптики;</li> <li>• <b>метод, основанный на использовании формулы Кирхгофа.</b></li> </ul>	ОПК-1.3.1
29.	<p>К строгим методам решения уравнений электродинамики относится</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>метод решения задачи на излучение известными источниками в неограниченной однородной среде;</b></li> <li>• метод волновой оптики;</li> <li>• метод геометрической оптики.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
30.	<p>Приближенным методом решения задач электродинамики является:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>метод волновой оптики;</b></li> <li>• метод разделения переменных;</li> <li>• метод зеркальных изображений.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
31.	<p>Приближенным методом решения задач электродинамики является:</p>	ОПК-1.3.1

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>метод геометрической оптики;</b></li> <li>• метод разделения переменных;</li> <li>• метод зеркальных изображений.</li> </ul>	
32.	<p>Введение комплексной диэлектрической проницаемости позволяет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• сделать систему уравнение электромагнитного поля симметричной;</li> <li>• применить к решению уравнения электромагнитного поля метод разделения переменных;</li> <li>• <b>привести уравнения электромагнитного поля для полупроводящей и проводящей среды к виду уравнений для диэлектрика;</b></li> <li>• записать уравнения Максвелла в комплексной форме.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
33.	<p>Среда считается идеальным проводником если</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ее удельная электрическая проводимость стремится к единице (<math>\gamma_s \rightarrow 1</math>);</li> <li>• ее удельная электрическая проводимость стремится к нулю (<math>\gamma_s \rightarrow 0</math>);</li> <li>• <b>ее удельная электрическая проводимость стремится к бесконечности (<math>\gamma_s \rightarrow \infty</math>).</b></li> </ul>	ОПК-1.У.1
34.	<p>Среда считается идеальным диэлектриком если</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ее удельная электрическая проводимость стремится к единице (<math>\gamma_s \rightarrow 1</math>);</li> <li>• <b>ее удельная электрическая проводимость стремится к нулю (<math>\gamma_s \rightarrow 0</math>);</b></li> <li>• ее удельная электрическая проводимость стремится к бесконечности (<math>\gamma_s \rightarrow \infty</math>).</li> </ul>	ОПК-1.У.1
35.	<p>Если в рассматриваемой среде на заданной частоте токи смещения преобладают над токами проводимости, то среда считается</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>диэлектрической;</b></li> <li>• проводящей;</li> <li>• полупроводящей.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
36.	<p>Если в рассматриваемой среде на заданной частоте токи проводимости преобладают над токами смещения, то среда считается</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• диэлектрической;</li> <li>• <b>проводящей;</b></li> <li>• полупроводящей.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
37.	<p>Если в рассматриваемой среде на заданной частоте токи смещения соизмеримы по величине с токами проводимости, то среда считается</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• диэлектрической;</li> <li>• проводящей;</li> <li>• <b>полупроводящей.</b></li> </ul>	ОПК-1.3.1
38.	<p>В соответствии с теоремой единственности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>при заданных начальных и граничных условиях не может быть двух разных решений уравнений электромагнитного поля;</b></li> <li>• при заданных начальных и граничных условиях, а также при заданном распределении и одновременном действии источников поля, полное поле будет определяться векторной</li> </ul>	ОПК-1.3.1

	<p>суммой всех источников поля;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>магнитные силовые линии всегда сцеплены с полным током, который является суммой токов проводимости и токов смещения.</li> </ul>	
39.	<p>Магнитное поле создается</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>как токами проводимости, так и токами, определяющимися изменением электрического поля во времени;</b></li> <li>неподвижными электрическими зарядами;</li> <li>неподвижными электрическими зарядами и токами.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
40.	<p>Всякое изменение магнитного поля во времени независимо от параметров среды вызывает появление</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>вихревого электрического поля;</b></li> <li>потенциального электрического поля;</li> <li>стационарного электромагнитного поля.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
41.	<p>В соответствии с 3-м уравнением Максвелла <math>\operatorname{div} \vec{D} = \rho</math> поток вектора электрического смещения <math>\vec{D}</math> через замкнутую поверхность <math>S</math> равен</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>сумме зарядов, имеющих в объеме <math>V</math>, заключенном внутри указанной поверхности;</b></li> <li>сумме поверхностных зарядов, расположенных на указанной поверхности;</li> <li>нулю.</li> </ul>	ОПК-1.У.1
42.	<p>В соответствии с 4-м уравнением Максвелла поток вектора магнитной индукции <math>\vec{B}</math> через замкнутую поверхность <math>S</math> равен</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>нулю;</b></li> <li>бесконечности;</li> <li>определяется частной производной по времени от вектора напряженности магнитного поля.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
43.	<p>4-е уравнение Максвелла <math>\oint_S \vec{B} d\vec{S} = 0</math> в интегральной форме представляет собой</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>математическое выражение принципа суперпозиции;</li> <li>математическое выражение принципа непрерывности постоянного тока;</li> <li><b>математическое выражение принципа непрерывности магнитного потока.</b></li> </ul>	ОПК-1.3.1
44.	<p>Непрерывность силовых линий постоянного магнитного поля обосновывают исходя из</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>появления вихревого электрического поля при изменении во времени магнитного поля;</li> <li><b>отсутствия в природе магнитных зарядов;</b></li> <li>принципа непрерывности постоянного тока.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
45.	<p>Переход в уравнениях Максвелла к комплексным векторам возможен потому что эти уравнения являются</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>линейными;</b></li> <li>однородными;</li> <li>неоднородными.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
46.	<p>Поток вектора Пойтинга <math>\oint_S [\vec{E} \vec{H}] d\vec{S}</math> численно равен</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>мощности, которая в зависимости от знака интеграла либо</b></li> </ul>	ОПК-1.3.1

	<p><b>входит (« - »), либо выходит (« + ») за рассматриваемый объем;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• количеству энергии, переносимой электромагнитными волнами за единицу времени через единичную площадку, расположенную перпендикулярно к направлению распространения электромагнитной энергии.</li> </ul>	
47.	<p>Обобщенное неоднородное векторное волновое уравнение переходит в волновое уравнение Даламбера если</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>удельная электрическая проводимость среды, где наблюдается электромагнитное поле, равна нулю (<math>\gamma_s = 0</math>);</b></li> <li>• в области, где рассматривается электромагнитное поле, отсутствуют заряды и токи;</li> <li>• среда, где рассматривается электромагнитное поле, является проводящей и в ней отсутствуют сторонние заряды и токи.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
48.	<p>Если в процессе радиопередачи ток в передающей антенне равен току, протекающему в приемной антенне, то в соответствии с теоремой взаимности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• пространство между двумя антеннами содержит нелинейные элементы;</li> <li>• пространство между этими двумя антеннами содержит анизотропные элементы;</li> <li>• <b>равными являются ЭДС, наведенные указанными токами в соответствующих антеннах;</b></li> <li>• сонаправленными являются векторы Пойтинга, характеризующие электромагнитные поля, возбуждаемые этими антеннами.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
49.	<p>Введение векторного и скалярного электродинамических потенциалов позволяет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• сделать систему уравнений электромагнитного поля симметричной;</li> <li>• привести уравнения поля для полупроводящей и проводящей сред к виду уравнений для диэлектрика;</li> <li>• <b>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>).</b></li> </ul>	ОПК-1.3.1
50.	<p>Введение в векторные волновые уравнения вектора Герца дает возможность</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• сделать систему уравнений электромагнитного поля симметричной;</li> <li>• <b>свести уравнения Максвелла лишь к одному векторному волновому уравнению;</b></li> <li>• привести уравнения поля для полупроводящей и проводящей сред к виду уравнений для диэлектрика.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
51.	<p>Зона элементарного электрического диполя, где выполняется соотношение <math> kr  \ll l</math> или <math>2\pi r \ll \lambda</math> называется</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• волновой зоной;</li> <li>• дальней зоной;</li> <li>• <b>ближней зоной.</b></li> </ul>	ОПК-1.3.1
52.	<p>Зона элементарного электрического диполя, где выполняется</p>	ОПК-1.3.1

	<p>соотношение <math> kr  \gg 1</math> или <math>2\pi r \gg \lambda</math> называется</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• квазистационарной зоной;</li> <li>• <b>дальней зоной</b>;</li> <li>• ближней зоной.</li> </ul>	
53.	<p>Элементарный электрический диполь создает</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>сферическую волну</b>;</li> <li>• цилиндрическую волну;</li> <li>• плоскую электромагнитную волну.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
54.	<p>Пространственная диаграмма, отражающая зависимость составляющих векторов напряженностей электромагнитного поля <math>\dot{H}_\varphi</math> и <math>\dot{E}_\theta</math>, создаваемого элементарным электрическим диполем, от полярного угла <math>\vartheta</math> (при <math>r = \text{const}</math>) представляет собой</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>тороид с нулевым внутренним диаметром, центр которого совпадает с серединой диполя</b>;</li> <li>• две соприкасающиеся окружности, расположенные одна над другой, при этом точка их соприкосновения совпадает с серединой диполя;</li> <li>• сферу, центр которой совпадает с серединой диполя.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
55.	<p>Силовые линии магнитного поля, создаваемого вертикальным элементарным электрическим диполем представляют собой</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• концентрические окружности, параллельные экваториальной плоскости с центром на оси диполя;</li> <li>• концентрические окружности, параллельные меридиональной плоскости с центром на оси диполя;</li> <li>• <b>концентрические окружности, параллельные меридиональной плоскости, расположенные по обеим сторонам диполя и соприкасающиеся в точке, совпадающей с серединой диполя.</b></li> </ul>	ОПК-1.3.1
56.	<p>Пространственная диаграмма, отражающая зависимость составляющей вектора напряженности электрического поля <math>\dot{E}_r</math>, создаваемого элементарным электрическим диполем, от полярного угла <math>\vartheta</math> (при <math>r = \text{const}</math>) представляет собой</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• тороид с нулевым внутренним диаметром, центр которого совпадает с серединой диполя;</li> <li>• <b>две соприкасающиеся окружности, расположенные одна над другой, при этом точка их соприкосновения совпадает с серединой диполя</b>;</li> <li>• сферу, центр которой совпадает с серединой диполя.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
57.	<p>Поле элементарного электрического диполя относительно продольной оси диполя (относительно его момента) имеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• поперечную структуру (<b>ТЕМ</b>);</li> <li>• <b>поперечно-магнитную структуру (ТМ)</b>;</li> <li>• поперечно-электрическую структуру (<b>ТЕ</b>).</li> </ul>	ОПК-1.3.1
58.	<p>Расстояния от точки наблюдения до участков волновой поверхности, обусловленных двумя соседними зонами Френеля, отличаются друг от друга на величину</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\lambda/4</math>, где <math>\lambda</math> - длина волны;</li> <li>• <math>\lambda/2</math>;</li> <li>• <math>\lambda</math>.</li> </ul>	ОПК-1.У.1
59.	<p>Электромагнитную волну с круговой поляризацией можно</p>	ОПК-1.3.1

	<p>получить посредством сложения двух взаимно ортогональных плоско поляризованных волн с одинаковой частотой. При этом условием получения такой волны является</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• равенство амплитуд двух взаимно ортогональных плоско поляризованных волн и сдвиг фаз между ними, равный <math>\pi/2</math>;</li> <li>• равенство нулю амплитуды одной из складываемых плоско поляризованных волн независимо от сдвига фаз между ними;</li> <li>• равенство нулю амплитуды одной из складываемых плоско поляризованных волн и сдвиг фаз между ними, равный <math>\pi/2</math>.</li> </ul>	
60.	<p>Метод геометрической оптики находит применение при решении следующей электродинамической задачи</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• на отражение электромагнитных волн идеально проводящими телами в однородной изотропной среде;</li> <li>• дифракции на препятствии, если радиус кривизны препятствия сравним с длиной волны;</li> <li>• на отражение электромагнитных волн, если точка наблюдения находится вблизи геометрической границы пучка лучей.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
61.	<p>Если при решении электродинамической задачи выполняется соотношение <math>l/\lambda \ll 1</math> (<math>l</math> – характерный размер области пространства <math>V</math>, где рассматривается электромагнитное поле; <math>\lambda</math> - длина волны), то область расположения граничной поверхности в электромагнитном поле является</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• резонансной;</li> <li>• квазиоптической;</li> <li>• квазистационарной.</li> </ul>	ОПК-1.У.1
62.	<p>Если при решении электродинамической задачи выполняется соотношение <math>l/\lambda \gg 1</math> (<math>l</math> – характерный размер области пространства <math>V</math>, где рассматривается электромагнитное поле; <math>\lambda</math> - длина волны), то область расположения граничной поверхности в электромагнитном поле является</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• резонансной;</li> <li>• квазиоптической;</li> <li>• квазистационарной.</li> </ul>	ОПК-1.У.1
63.	<p>Если при решении электродинамической задачи выполняется соотношение <math>l/\lambda \approx 1</math> (<math>l</math> – характерный размер области пространства <math>V</math>, где рассматривается электромагнитное поле; <math>\lambda</math> - длина волны), то область расположения граничной поверхности в электромагнитном поле является</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• резонансной;</li> <li>• квазиоптической;</li> <li>• квазистационарной.</li> </ul>	ОПК-1.У.1
64.	<p>Для решения электродинамических задач в резонансной области необходимо применять</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• строгие методы решения;</li> <li>• приближенные методы решения;</li> <li>• возможно применение как строгих, так и приближенных методов.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
65.	<p>Для решения электродинамических задач в резонансной области необходимо применять</p>	ОПК-1.3.1

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>строгие методы решения;</b></li> <li>• метод геометрической оптики;</li> <li>• метод волновой оптики;</li> <li>• метод квазистатических приближений.</li> </ul>	
66.	<p>Для решения электродинамических задач в квазистационарной области необходимо применять</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• строгие методы решения;</li> <li>• метод геометрической оптики;</li> <li>• метод волновой оптики;</li> <li>• <b>метод квазистатических приближений.</b></li> </ul>	ОПК-1.3.1
67.	<p>Для решения электродинамических задач в квазиоптической области необходимо применять</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• строгие методы решения;</li> <li>• <b>метод волновой оптики;</b></li> <li>• метод квазистатических приближений.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
68.	<p>В основе метода квазистатических приближений лежат</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>методы электростатики и магнитостатики, при этом волновые уравнения электромагнитного поля вырождаются в уравнения Лапласа и Пуассона;</b></li> <li>• 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);</li> <li>• принцип Гюйгенса-Френеля.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
69.	<p>В основе метода геометрической оптики лежат</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы электростатики и магнитостатики, при этом волновые уравнения электромагнитного поля вырождаются в уравнения Лапласа и Пуассона;</li> <li>• <b>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);</b></li> <li>• принцип Гюйгенса-Френеля.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
70.	<p>В основе метода волновой (физической) оптики лежат</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы электростатики и магнитостатики, при этом волновые уравнения электромагнитного поля вырождаются в уравнения Лапласа и Пуассона;</li> <li>• 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);</li> <li>• <b>принцип Гюйгенса-Френеля.</b></li> </ul>	ОПК-1.3.1
71.	<p>Дает возможность учесть явление дифракции в квазиоптической области</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• метод геометрической оптики;</li> </ul>	ОПК-1.3.1

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>метод волновой оптики;</b></li> <li>• метод квазистатических приближений.</li> </ul>	
72.	<p>Не позволяет учесть явление дифракции в квазиоптической области</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>метод геометрической оптики;</b></li> <li>• метод волновой оптики;</li> <li>• метод, основанный на использовании формулы Кирхгофа.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
73.	<p>Фаза колебания, вызываемого участком волновой поверхности <math>S_n</math> (<math>n</math>-я зона Френеля) отличается от фазы колебания, вызванного соседним участком волновой поверхности <math>S_{n+1}</math> (или <math>S_{n-1}</math>) на</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\pi</math>;</li> <li>• <math>\pi/2</math>;</li> <li>• <math>2\pi</math>.</li> </ul>	ОПК-1.У.1
74.	<p>Комплексный коэффициент распространения электромагнитной волны (комплексное волновое число) определяется</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>параметрами среды распространения;</b></li> <li>• начальной фазой колебания;</li> <li>• мгновенным значением амплитуды напряженности электрического поля волны.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
75.	<p>Коэффициент распространения электромагнитной волны (волновое число) зависит от</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>параметров среды распространения;</b></li> <li>• начальной фазы колебания;</li> <li>• среднего за период значения вектора Пойтинга.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
76.	<p>Элементарный электрический диполь представляет собой провод, по которому протекает электрический ток. При этом длина провода</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>l \gg \lambda</math>;</li> <li>• <math>l \approx \lambda</math>;</li> <li>• <math>l \ll \lambda</math> (<math>\lambda</math> - длина волны),</li> </ul> <p>так как при выполнении этого условия во всех сечениях провода в данный момент времени <math>t = const</math> протекает одинаковый ток.</p>	ОПК-1.У.1
77.	<p>Скорость распространения электромагнитной волны в среде определяется</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>электромагнитными параметрами среды распространения;</b></li> <li>• средним за период значением вектора Пойтинга;</li> <li>• мгновенным значением амплитуды напряженности электрического поля волны.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
78.	<p>Скорость распространения электромагнитной волны в вакууме определяется</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>электромагнитными постоянными;</b></li> <li>• средним за период значением вектора Пойтинга;</li> <li>• мгновенным значением амплитуды напряженности электрического поля волны.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
79.	<p>Электромагнитная волна, у которой неизменный по величине вектор напряженности электрического поля <math>\vec{E}</math>, равномерно</p>	ОПК-1.3.1



	<p>вращаясь, в фиксированной точке пространства с течением времени описывает окружность, называется волной с</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• эллиптической поляризацией;</li> <li>• линейной поляризацией;</li> <li>• <b>круговой поляризацией.</b></li> </ul>	
80.	<p>Электромагнитная волна, у которой воображаемый конец вектора напряженности электрического поля <math>\vec{E}</math> в фиксированной точке пространства с течением времени перемещается вдоль отрезка прямой, совершая возвратно-поступательное движение, называется волной с</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• эллиптической поляризацией;</li> <li>• <b>линейной поляризацией;</b></li> <li>• круговой поляризацией.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
81.	<p>Если имеет место электромагнитная волна с круговой поляризацией, то для заданного момента времени <math>t = const</math> распределение напряженности электрического поля <math>\vec{E}</math> в направлении распространения волны представляется</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• эллиптической спиралью;</li> <li>• <b>круговой спиралью;</b></li> <li>• гармоническим законом.</li> </ul>	ОПК-1.У.1
82.	<p>Если имеет место электромагнитная волна с эллиптической поляризацией, то для заданного момента времени <math>t = const</math> распределение напряженности электрического поля <math>\vec{E}</math> в направлении распространения волны представляется</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>эллиптической спиралью;</b></li> <li>• круговой спиралью;</li> <li>• гармоническим законом.</li> </ul>	ОПК-1.У.1
83.	<p>Если имеет место электромагнитная волна с линейной поляризацией, то для заданного момента времени <math>t = const</math> распределение напряженности электрического поля <math>\vec{E}</math> в направлении распространения волны представляется</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• эллиптической спиралью;</li> <li>• круговой спиралью;</li> <li>• <b>гармоническим законом.</b></li> </ul>	ОПК-1.У.1
84.	<p>Поверхность, во всех точках которой векторы напряженностей электромагнитного поля имеет одну и ту же фазу называется</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• фазовым фронтом,</li> <li>• <b>волновой поверхностью;</b></li> <li>• поверхностью равных амплитуд.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
85.	<p>Поверхность, во всех точках которой векторы напряженностей электромагнитного поля имеет одну и ту же фазу называется</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• фазовым фронтом,</li> <li>• <b>поверхностью равных фаз;</b></li> <li>• поверхностью равных амплитуд.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
86.	<p>Если поверхности равных фаз и равных амплитуд электромагнитной волны являются плоскостями и параллельны друг другу, то такая электромагнитная волна называется</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• плоской неоднородной волной;</li> <li>• плоско поляризованной волной;</li> <li>• <b>плоской однородной волной.</b></li> </ul>	ОПК-1.3.1

87.	<p>Если поверхности равных фаз и равных амплитуд электромагнитной волны являются плоскостями и при этом не параллельны друг другу, то такая электромагнитная волна называется</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>плоской неоднородной волной;</b></li> <li>• плоско поляризованной волной;</li> <li>• плоской однородной волной.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
88.	<p>Элементарный точечный излучатель излучает электромагнитную волну, обладающую</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>сферической волновой поверхностью;</b></li> <li>• цилиндрической волновой поверхностью;</li> <li>• плоской волновой поверхностью.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
89.	<p>Комплексный векторный электродинамический потенциал <math>\vec{A}_z</math>, характеризующий поле элементарного электрического диполя</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>параллелен продольной оси диполя (электрическому моменту диполя);</b></li> <li>• перпендикулярен электрическому моменту диполя;</li> <li>• совпадает с направлением вектора Пойтинга.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
90.	<p>Излучение электромагнитной энергии вертикальным элементарным электрическим диполем</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• происходит в меридиональном направлении;</li> <li>• концентрируется вблизи экваториальной плоскости элементарного электрического диполя;</li> <li>• <b>происходит в радиальном направлении.</b></li> </ul>	ОПК-1.3.1
91.	<p>Поле, создаваемое элементарным электрическим диполем в ближней зоне, определяется следующими составляющими векторов электромагнитного поля (в сферической системе координат)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>меридиональной <math>\vec{E}_\theta</math> и радиальной <math>\vec{E}_r</math> составляющими вектора напряженности электрического поля, а также составляющей <math>\vec{H}_\varphi</math> напряженности магнитного поля;</b></li> <li>• <math>\vec{E}_r</math> и <math>\vec{H}_\varphi</math>;</li> <li>• <math>\vec{E}_\theta</math> и <math>\vec{H}_\varphi</math>.</li> </ul>	ОПК-1.У.1
92.	<p>Поле, создаваемое элементарным электрическим диполем в дальней зоне, определяется следующими составляющими векторов электромагнитного поля (в сферической системе координат)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• меридиональной <math>\vec{E}_\theta</math> и радиальной <math>\vec{E}_r</math> составляющими вектора напряженности электрического поля, а также составляющей <math>\vec{H}_\varphi</math> напряженности магнитного поля;</li> <li>• <math>\vec{E}_r</math> и <math>\vec{H}_\varphi</math>;</li> <li>• <math>\vec{E}_\theta</math> и <math>\vec{H}_\varphi</math> (<b>правильный ответ!</b>).</li> </ul>	ОПК-1.У.1
93.	<p>Нормированная диаграмма направленности (ДН) вертикального элементарного электрического диполя по напряженности поля в дальней зоне описывается следующей функциональной зависимостью</p>	ОПК-1.3.1

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\sin \vartheta</math>;</li> <li>• <math>\cos \vartheta</math>;</li> <li>• <math>\sin^2 \vartheta</math>.</li> </ul>	
94.	<p>Нормированная диаграмма направленности (ДН) вертикального элементарного электрического диполя по мощности в дальней зоне описывается следующей функциональной зависимостью</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\sin \vartheta</math>;</li> <li>• <math>\cos \vartheta</math>;</li> <li>• <math>\sin^2 \vartheta</math>.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
95.	<p>Отношение напряженности электрического поля <math>\bar{E}</math>, создаваемого диполем, к напряженности магнитного поля <math>\bar{H}</math> не зависит от координат точки наблюдения и источника электромагнитной волны и равно постоянной величине <math>\sqrt{\frac{\mu_a}{\epsilon_a}}</math>, которая определяется электромагнитными параметрами среды. Эта величина называется</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• скоростью электромагнитной волны;</li> <li>• <b>волновым сопротивлением</b>;</li> <li>• коэффициентом распространения электромагнитной волны.</li> </ul>	ОПК-1.У.1
96.	<p>Волновое сопротивление среды определяется исключительно</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• мгновенными значениями векторов <math>\bar{E}</math> и <math>\bar{H}</math>;</li> <li>• скоростью распространения электромагнитной волны;</li> <li>• <b>электромагнитными параметрами среды распространения.</b></li> </ul>	ОПК-1.3.1
97.	<p>Волновое сопротивление воздуха (вакуума) составляет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>120 <math>\pi</math></b>;</li> <li>• 60 <math>\pi</math>;</li> <li>• 270 <math>\pi</math>.</li> </ul>	ОПК-1.У.1
98.	<p>Длиной электромагнитной волны называется расстояние, которое волна проходит за период времени, равный</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>T/2</math> (<math>T</math> – период электромагнитного колебания);</li> <li>• <math>T</math>;</li> <li>• <math>2T</math>.</li> </ul>	ОПК-1.У.1
99.	<p>Отношение плотности потока мощности, создаваемого реальной антенной в рассматриваемом направлении (<math>\vartheta, \varphi</math>) при условии <math>r = const</math> (<math>r</math> – расстояние до точки наблюдения) к плотности потока мощности, создаваемого ненаправленным изотропным излучателем, при одной и той же подводимой к ним мощности называется</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• диаграммой направленности;</li> <li>• <b>коэффициентом направленного действия антенны</b>;</li> <li>• коэффициентом усиления антенны.</li> </ul>	ОПК-1.3.1
100.	<p>Максимальная величина КНД (коэффициента направленного действия) элементарного электрического диполя, получаемая при <math>\vartheta = \pi/2</math>, составляет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>1,5</b>;</li> <li>• 1,0;</li> </ul>	ОПК-1.У.1

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2,0.</li> </ul>	
101.	<p>Мощность, излучаемая вертикальным элементарным электрическим диполем</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>прямо пропорциональна квадрату тока, протекающего по проводнику, и квадрату длины диполя;</b></li> <li>• обратно пропорциональна квадрату тока, протекающего по проводнику, и квадрату длины диполя;</li> <li>• зависит только от длины излучаемой волны.</li> </ul>	ОПК-1.У.1

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:

- в устной форме с демонстрацией отдельных таблиц, формул и иного графического материала письменной форме на доске посредством мела или маркера;
- в форме открытой дискуссии при обсуждении вопросов, освещаемых в лекциях;

Освоению лекционного курса может способствовать литература, имеющаяся в библиотеке ГУАП, указанная выше в таблицах 7 и 8.

Отдельные темы лекционного курса, представленные в виде презентации, размещены в системе LMS (см. папку «ПРЕЗЕНТАЦИИ\_ЭД\_РП\_2016»).

Освоению лекционного курса может способствовать литература, размещенная в системе LMS (см. папку «ЛЕКЦИИ\_ЭД\_РП\_2016»):

1. Электродинамика и распространение радиоволн [Текст] : учебное пособие / В. В. Никольский, Т. И. Никольская. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1989. - 544 с. : рис. - Библиогр.: с. 540 - 543. - ISBN 5-02-014033-3.
2. В. С. Калашников, Л. Я. Родос. Электродинамика и распространение радиоволн (электродинамика): Письменные лекции. Спб: СЗТУ. 2001. 88 с.

В таблице Б приведены темы лекционных занятий и соответствующие им страницы в учебном пособии «Электродинамика и распространение радиоволн» авторов В. В. Никольского, Т. И. Никольской. М.: Наука, 1989.

Таблица Б.

Номер раздела лекционного курса	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий	Названия разделов и номера страниц учебного пособия
1.	<p><b>Введение.</b></p> <p>Тема 1. Предмет электродинамики, определение электромагнитного поля, источники возникновения электромагнитного поля.</p> <p>Тема 2. Закон сохранения заряда и уравнение непрерывности постоянного тока.</p> <p>Тема 3. Векторы электромагнитного поля. Графическое изображение векторных полей.</p> <p>Тема 4. Электромагнитные параметры сред. Классификация сред по электрическим и магнитным свойствам.</p>	<p><b>п.1.1 Заряды, токи и векторы поля.</b></p> <p>п.п.1.1.1 Заряды и токи.</p> <p>п.п.1.1.2 Электромагнетизм и электромагнитное поле. (с.22 – 26).</p> <p><b>п. 1.3 Свойства материальных сред.</b></p> <p>п.п. 1.3.1 Материальные уравнения.</p> <p>п.п. 1.3.2 Поляризация и намагничивание.</p> <p>п.п. 1.3.3 Электропроводность.</p> <p>п.п. 1.3.4 Проводники и диэлектрики. (с.35 – 42)</p>
2.	<p><b>Система уравнений электромагнитного поля.</b></p> <p>Тема 1. Уравнения Максвелла в интегральной форме и их физический смысл. Принцип непрерывности магнитного потока.</p> <p>Тема 2. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме и их</p>	<p><b>п.1.2 Уравнения Максвелла</b></p> <p>п.п.1.2.1 Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной формах.</p> <p>п.п.1.2.2 Первое уравнение Максвелла: полный ток и магнитное поле.</p> <p>п.п.1.2.3 Второе уравнение</p>

	<p>физический смысл. Уравнение непрерывности тока.</p> <p>Тема 3. Граничные условия для векторов электромагнитного поля. Условия на границе идеального проводника.</p> <p>Тема 4. Уравнения Максвелла в комплексной форме.</p> <p>Тема 5. Комплексная диэлектрическая проницаемость и относительность классификации сред по электрической проводимости.</p> <p>Тема 6. Сторонние силы электрического и магнитного типа и полная симметричная система уравнений электромагнитного поля.</p>	<p>Максвелла: обобщённый закон об электромагнитной индукции.</p> <p>п.п.1.2.4 Третье уравнение Максвелла: электрическое поле и заряды.</p> <p>п.п.1.2.5 Четвёртое уравнение Максвелла: непрерывность линий вектора В.</p> <p>(с.27 – 35)</p> <p><b>п. 1.3 Свойства материальных сред.</b></p> <p>п.п. 1.3.1 Материальные уравнения.</p> <p>п.п. 1.3.2 Поляризация и намагничивание.</p> <p>п.п. 1.3.3 Электропроводность.</p> <p>п.п. 1.3.4 Проводники и диэлектрики.</p> <p>п.п. 1.3.5 Типы сред в электродинамике.</p> <p>п.п. 1.3.6 Замечания о материальных уравнениях.</p> <p>п.п. 1.3.7 Примеры сред.</p> <p>(с.35 – 42)</p> <p><b>п.1.4 Поля на границах раздела сред.</b></p> <p>п.п. 1.4.1 Поля, заряды и токи на границах.</p> <p>п.п. 1.4.2 Граничные условия для векторов электрического поля.</p> <p>п.п. 1.4.3 Граничные условия для векторов магнитного поля.</p> <p>(с.42 – 47)</p> <p><b>п.1.6 Система уравнений и задачи электродинамики.</b></p> <p>п.п.1.6.1 Система уравнений Максвелла.</p> <p>п.п.1.6.2 Задачи электродинамики классы электромагнитных явлений.</p> <p>(с.58 – 61)</p> <p><b>п. 3.0. Используемые математические понятия и символы.</b></p> <p>п.п.3.0.1 Гармонические колебания и комплексные амплитуды.</p> <p>п.п.3.0.2. Средние значения</p> <p>п.п.3.0.3 Разложение Фурье и комплексные амплитуды.</p> <p>(с.113 – 116)</p> <p><b>п.3.2 Гармонические колебания.</b></p>
--	--	--

		<b>Уравнения электродинамики в комплексной форме.</b> п.п. 3.2.1 Уравнения Максвелла относительно комплексных амплитуд. (с.119 – 121)
3.	<b>Закон сохранения энергии для электромагнитного поля.</b> Тема 1. Энергия и мощность электромагнитного поля. Тема 2. Теорема Пойтинга о балансе энергии электромагнитного поля в дифференциальной, интегральной и комплексной формах. Тема 3. Вектор Умова-Пойтинга и его физический смысл, скорость движения энергии.	<b>п. 1.5 Локализация и движение энергии поля.</b> п.п. 1.5.1. Закон Джоуля-Ленца и превращение энергии. п.п. 1.5.2 Баланс энергии поля. п.п. 1.5.3 Энергия электромагнитного поля. п.п. 1.5.4 Локальный баланс и движение энергии. (с.49 – 57) п. 3.3 Баланс энергии при гармонических колебаниях. п.п. 3.3.1 Средние величины: энергия, мощность, поток энергии. п.п. 3.3.2 Средний баланс энергии. (с.123 -127)
4.	<b>Волновые уравнения и электродинамические потенциалы.</b> Тема 1. Волновые уравнения для векторов электромагнитного поля, уравнение Даламбера. Тема 2. Скалярный и векторный электродинамические потенциалы, волновые уравнения для электродинамических потенциалов. Тема 3. Вектор Герца, волновые уравнения относительно вектора Герца. Тема 4. Уравнения Гельмгольца. Тема 5. Классификация уравнений электромагнитного поля, вихревые и потенциальные поля.	<b>п.3.1 Уравнения электродинамики.</b> п.п. 3.1.1 Система уравнений Максвелла. Источники поля. п.п. 3.1.2 Уравнения электродинамики второго порядка. п.п. 3.1.3 Потенциалы в электродинамике. (с.116 – 119) <b>п.3.2 Гармонические колебания. Уравнения электродинамики в комплексной форме</b> п.п. 3.2.2 Уравнения электродинамики второго порядка в комплексной форме. (с.121 – 122) <b>п.6.0 Используемые математические понятия и символы.</b> п.п. 6.0.1 Однородное уравнение Гельмгольца. Задачи для продольно-однородных структур. п.п. 6.0.2 Краевые (граничные) задачи для двумерного уравнения Гельмгольца. Собственные функции и собственные значения. (с.198 – 201)
5.	<b>Основные методы и теоремы,</b>	<b>п. 3.4 Общие свойства решений</b>

	<p><b>используемые при решении задач электродинамики.</b></p> <p>Тема 1. Единственность решения задач электродинамики. Принцип суперпозиции для электромагнитных полей. Принцип перестановочной двойственности.</p> <p>Тема 2. Теорема взаимности.</p> <p>Тема 3. Два класса независимых решений уравнений Максвелла.</p> <p>Тема 4. Решение уравнений Максвелла при заданных источниках.</p> <p>Тема 5. Решение уравнений Максвелла для гармонических колебаний. Решение неоднородного волнового уравнения для электромагнитного поля в неограниченной однородной среде.</p> <p>Тема 6. Решение волнового уравнения методом разделения переменных.</p> <p>Тема 7. Решение волнового уравнения для области, ограниченной замкнутой поверхностью: скалярная формула Кирхгофа, векторный аналог формулы Кирхгофа.</p> <p>Тема 8. Теорема эквивалентности.</p> <p>Тема 9. Функция Грина.</p> <p>Тема 10. Приближенные методы решения задач электродинамики, выбор метода решения.</p> <p>Тема 11. Метод геометрической оптики.</p> <p>Тема 12. Принцип Гюйгенса-Френеля, метод волновой оптики, зоны Френеля.</p>	<p><b>системы уравнений электродинамики в комплексной форме.</b></p> <p>п.п. 3.4.1 О единственности решений.</p> <p>п.п. 3.4.2 Принцип взаимности.</p> <p>п.п. 3.4.3 Перестановочная двойственность уравнений Максвелла. Магнитные токи. (с.128 – 134)</p> <p><b>п. 4.0 Общие сведения о волновых процессах.</b></p> <p>п.п. 4.0.4 Простейшие решения волновых уравнений.</p> <p><b>п. 4.1 Плоские однородные электромагнитные волны.</b></p> <p>п.п. 4.1.2 Простейшее решение уравнений электродинамики в комплексной форме. (с.135 – 142)</p> <p><b>п.7.0 Решение двумерного уравнения Гельмгольца методом разделения переменных.</b></p> <p>п.п.7.0.1 Задачи в декартовых координатах. (с. 223 -225)</p> <p><b>п.9.0 Предварительные математические сведения.</b></p> <p>п.п. 9.0.1 Интегрирование неоднородного уравнения Гельмгольца. (с.318 – 319)</p> <p><b>п.10.1 Электродинамические задачи дифракции.</b></p> <p>п.п.10.1.1 Общие представления. Постановка задач.</p> <p>п.п.10.1.2 Приближенные подходы. Метод Гюйгенса-Кирхгофа. (с.343 – 347)</p> <p><b>п.10.2 Отверстие в экране. Дифракция Фраунгофера.</b></p> <p>п.п.10.2.1 Постановка задачи. Применение метода Гюйгенса-Кирхгофа.</p> <p>п.п.10.2.2 Анализ дифракции Фраунгофера. (с.347 – 353)</p> <p><b>п.10.3 Отверстие в экране. Дифракция Френеля.</b></p> <p>п.п.10.3.1 изменение условий</p>
--	--	---



		наблюдения. п.п.10.3.2 Анализ дифракции Френеля. (с.453 – 361)
6.	<p><b>Излучение электромагнитных волн</b></p> <p>Тема1. Основная задача теории излучения. Волновая поверхность, фронт волны, фазовая скорость, длина волны. Плоские и сферические волны.</p> <p>Тема 2. Поляризация электромагнитных волн, виды поляризации, условия и способы возбуждения электромагнитных волн с линейной, круговой и эллиптической поляризацией.</p> <p>Тема 3. Поле элементарного электрического диполя.</p> <p>Тема 4. Свойства поля элементарного электрического диполя; ближняя и дальняя зоны.</p> <p>Тема 5. Излучение электромагнитного поля электрическим диполем.</p> <p>Тема 6. Излучение элементарного магнитного диполя.</p> <p>Тема 7. Излучение элемента Гюйгенса.</p>	<p><b>п. 4.2. Поляризация и сложение поля</b></p> <p>п.п. 4.2.1 Понятие поляризации волны. (с.146 – 149)</p> <p><b>п.9.1 Излучение заданных источников.</b></p> <p>п.п. 9.1.1 Постановка и обсуждение задачи. п.п. 9.1.2 Анализ решений. (с.321 – 324)</p> <p><b>п.9.2 Элементарный электрический излучатель. Диполь Герца.</b></p> <p>п.п. 9.2.1 Элемент переменного тока и колеблющийся диполь. п.п. 9.2.2 Поле излучения диполя Герца. п.п. 9.2.3 Элементарный электрический излучатель как антенна. (с.324 – 332)</p> <p>п. 9.3 Элементарный магнитный излучатель.</p> <p>п.п. 9.3.1 Постановка задачи. п.п. 9.3.2 Поле излучение магнитного диполя Герца. (с.332 – 335)</p> <p>п. 9.4 Обобщенная задача об излучении элемента Гюйгенса.</p> <p>п.п. 9.4.1 Обобщенная задача об излучении и её решение. п.п. 9.4.2 Эквивалентные источники принцип Гюйгенса. п.п. 9.4.3 Элементы Гюйгенса. (с.336 – 343)</p>
7.	<p><b>Плоские электромагнитные волны</b></p> <p>Тема 1. Волновое уравнение для плоской волны. Плоские электромагнитные волны в различных изотропных средах (диэлектрике, полупроводящей среде, проводнике).</p>	<p><b>п. 4.1 Плоские однородные электромагнитные волны.</b></p> <p>п.п. 4.1.2 Простейшее решение уравнений электродинамики в комплексной форме.</p> <p>п.п. 4.1.3 Волны в непоглощающей среде.</p> <p>п.п. 4.1.4 Волны в поглощающей среде.</p>

		<p>(с.135 – 146)</p> <p><b>п. 4.3 Дисперсия, разные оценки скорости.</b></p> <p>п.п. 4.3.1 Общее представление о дисперсии сред и распространении сигналов.</p> <p>п.п. 4.3.2 Анализ слабой дисперсии: групповая скорость волнового процесса.</p> <p>(с.149 – 152)</p>
8.	<p><b>Направляемые электромагнитные волны и направляющие системы</b></p> <p>Тема 1. Общие сведения о направляющих системах и направляемых электромагнитных волнах.</p> <p>Тема 2. Открытая двухпроводная и коаксиальная линии.</p> <p>Тема 3. Волновод, образованный параллельными идеально проводящими плоскостями.</p> <p>Тема 4. Распространение электромагнитных волн в волноводах прямоугольного сечения.</p> <p>Тема 5. Распространение электромагнитных волн в волноводах круглого сечения.</p> <p>Тема 6. Пропускаемая мощность, характеристическое сопротивление и коэффициент затухания волновода.</p>	<p><b>п.5.3 Полное отражение и направляемые волны.</b></p> <p>п.п. 5.3.1 Волны вдоль идеально проводящей плоскости.</p> <p>п.п. 5.3.2 Плоский полый волновод.</p> <p>п.п. 5.3.3 волны вдоль плоской границы диэлектриков.</p> <p>п.п. 5.3.4 Плоский диэлектрический волновод.</p> <p>(с.172 – 184)</p> <p><b>п. 7.1 Прямоугольный волновод.</b></p> <p>п.п. 7.1.1 Решение задачи.</p> <p>п.п. 7.1.2 Анализ волновых процессов.</p> <p>п.п. 7.1.3 Невырожденные волны. Основная волна в реальном волноводе.</p> <p>(с.231 – 243)</p> <p><b>п.7.2 Другие полые волноводы.</b></p> <p>п.п. 7.2.1 Круглый волновод. Решение задачи.</p> <p>п.п. 7.2.2 Анализ волновых процессов.</p> <p>п.п. 7.2.3 Передача энергии. Учёт проводимости металла.</p> <p>(с.243 – 256)</p> <p>п. 7.3 Многосвязные направляющие структуры.</p> <p>п.п. 7.3.1 Коаксиальная линия.</p> <p>п.п. 7.3.2 Обоснование теории длинных линий.</p> <p>(с.257 – 263)</p>
9.	<p><b>Статические и стационарные поля</b></p> <p>Тема 1. Система уравнений электростатики, скалярные уравнения Пуассона и Лапласа и их решения.</p> <p>Тема 2. Магнитостатика. Магнитное поле постоянных токов, векторные уравнения Пуассона и Лапласа.</p>	<p><b>п.2.1. Стационарное поле, электростатика и магнитостатика.</b></p> <p>п.п.2.1.1 Система уравнений стационарного электромагнитного поля.</p> <p>п.п.2.1.2.Система уравнений и общие понятия электростатики.</p>

		п.п.2.1.3 Магнитостатика. (с.67 – 72)
--	--	--

Кроме того, освоению лекционного курса может способствовать литература, размещённая на сайтах, указанных в таблице 9 «Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины».

#### 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.

В соответствии с учебным планом дисциплина «Электродинамика» предполагает проведение лабораторных работ. Наименование лабораторных работ и соответствующее им количество учебных часов приведены выше в таблице 5.

Лабораторные занятия проводятся в специальной лаборатории «Электродинамика и распространение радиоволн» кафедры № 21 «Радиотехнических систем и оптоэлектронных комплексов» в аудитории 11-01а на ул. Б. Морской.

Для выполнения лабораторных работ, обучающиеся на добровольной основе формируют из состава группы несколько «бригад» по 2 – 3 человека в каждой. Каждой из «бригад» преподавателем назначается лабораторная работа. Каждой лабораторной работе предшествует коллоквиум, который проходится следующим образом. Каждому студенту в «бригаде» преподаватель персонально задаёт 1 – 2 вопроса, касающиеся либо порядка выполнения лабораторной работы, либо физической сути исследуемого в ней явления. Студент считается допущенным к выполнению лабораторной работы только после успешной сдачи коллоквиума.

Экспериментальные данные, полученные в ходе выполнения лабораторной работы и представленные в табличной форме, заносятся в протокол. Допускается наличие одного протокола на «бригаду».

Защита лабораторных работ предполагает наличие отчёта у каждого из обучающихся. Отчёт должен быть выполнен по всем правилам, предусмотренным методическими указаниями к лабораторной работе и нормативной документацией ВУЗа.

После ознакомления с содержанием отчёта и представленными в нём результатами исследования, преподаватель задаёт каждому из обучающихся несколько вопросов, касающихся либо теоретического материала, изложенного в методических указаниях, либо анализа полученных экспериментальных данных. Только после успешных ответов обучающегося на вопросы преподавателя и усвоения им теоретического материала, ставится оценка.

Таким образом, при проведении лабораторных занятий преподаватель осуществляет контроль успеваемости посредством следующих средств:

- оцениваются ответы студентов при сдаче коллоквиума;
- оценивается успешное выполнение программы исследований, изложенной в методических указаниях и грамотное оформление протокола;
- оценивается грамотное оформление отчёта по лабораторной работе в соответствии с требованиями методических указаний, а также наличие в отчёте выводов о результатах проведённых исследований;
- оцениваются ответы студентов в ходе защиты лабораторной работы.

Все оценки, в том числе итоговая, выставляются по 5-бальной шкале.

Для каждой из указанных в таблице 5 лабораторных работ в библиотеке ГУАП и в лаборатории в ауд. 11-01а имеются методические указания.

В таблице С представлен перечень методических указаний к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Электродинамика».

Таблица С – Перечень методических указаний к выполнению лабораторных работ

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
621.372 И85	Исследование структуры поля волн $H_{10}$ и $H_{20}$ при различных нагрузках волновода [Текст] : методические указания к лабораторной работе / С.-Петерб. гос. акад. аэрокосм. приборостроения ; сост.: Д. В. Благовещенский, Б. Т. Никитин. - СПб. : Изд-во ГУАП, 1996. - 43 с. : граф., табл. - Библиогр.: с. 42 (5 назв.).	Электронный ресурс
537(ГУАП) И88	Исследование поляризационных характеристик электромагнитных волн [Текст] : методические указания к выполнению лабораторной работы / С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост.: В. С. Калашников, Л. А. Федорова. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2005. - 21 с. : табл., рис. - Библиогр.: с. 21 (2 назв.).	44 Фонд учебного корпуса (Гастелло) 37 Студ.отдел (БМ)
26-31	Исследование поверхностных волн, распространяющихся вдоль плоских замедляющих систем [Текст] : методические указания к выполнению лабораторной работы / С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; Сост. В. С. Калашников. - СПб. : Изд-во ГААП, 2003. - 25 с. : табл., граф.	9 Студ.отдел (БМ)
26-10 М54	Методическая разработка к выполнению лабораторной работы "Исследование дисперсии и затухания волн в волноводе прямоугольного сечения" [Текст] : лабораторная работа / Ленингр. ин-т авиац. приборостроения ; Сост. Л. А.	5 Фонд учебного корпуса (Гастелло) 211 Студ.отдел (БМ)

В методических указаниях к выполнению лабораторных работ обозначены цели каждой работы, приводится перечень лабораторного оборудования и схема лабораторной установки. В сжатой форме даны основные терминологические понятия, относящиеся к исследованию, разъяснена суть исследуемых физических явлений, приведены расчётные формулы. Там же представлены таблицы экспериментальных данных, полученных обучающимися в ходе выполнения лабораторной работы. Кроме того, методические указания содержат как план исследования, так и методику обработки экспериментальных данных, способы их представления (посредством таблиц и графиков), а также примерные контрольные вопросы. Отдельным пунктом в методических указаниях изложено содержание отчёта о лабораторной работе.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Приводятся в методических указаниях к выполнению лабораторных работ, представленных в таблице С, а также в разделе нормативной документации сайта ГУАП [http://guap.ru/guap/standart/titl\\_main.shtml](http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml).

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Приводятся в методических указаниях к выполнению лабораторных работ, представленных в таблице С, а также в разделе нормативной документации сайта ГУАП [http://guap.ru/guap/standart/titl\\_main.shtml](http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml).

### 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, является учебно-методический материал по дисциплине, представленные в таблицах 7 и 8.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Электродинамика» предложены следующие темы, представленные в таблице 21.

Таблица 21 - Темы теоретического материала для самостоятельного изучения

п/п	Темы на самостоятельное изучение
<b>Раздел 5. Основные методы и теоремы, используемые при решении задач электродинамики</b>	
1.	Дифракция электромагнитных волн на различного рода препятствиях, основы методов решения задач дифракции.

2.	Метод краевых волн в теории дифракции.
3.	Рефракция электромагнитных волн.
<b>Раздел 6. Излучение электромагнитных волн.</b>	
1.	Поле точечного изотропного источника.
<b>Раздел 7. Плоские электромагнитные волны.</b>	
1.	Плоские волны в однородных анизотропных и гиротропных средах.
2.	Волновые явления на границе раздела двух сред. Поверхностный эффект.
3.	Отражение плоских волн на границе раздела двух сред. Законы Снеллиуса. Коэффициенты отражения и преломления Френеля. Угол полного преломления. Потери в проводящей среде.
<b>Раздел 8. Направляемые электромагнитные волны и направляющие системы.</b>	
1.	Дисперсия электромагнитных волн в волноводе.
2.	Возбуждение и связь волноводов.
3.	Замедляющие системы.
4.	Резонаторы. Возбуждение волн в направляющих системах и резонаторах.
5.	Элементы направляющих систем и трактов СВЧ.
<b>Раздел 9. Статические и стационарные поля.</b>	
1.	Электростатическое поле точечных зарядов и диполя.
2.	Метод зеркальных изображений.
3.	Энергия электростатического поля.
4.	Энергия стационарного магнитного поля.

В таблице Д приведены темы самостоятельной работы обучающихся и соответствующие им страницы в учебном пособии «Электродинамика и распространение радиоволн» авторов В. В. Никольского, Т. И. Никольской. М.: Наука, 1989.

Таблица Д.

Номер раздела лекционного курса	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий	Названия разделов и номера страниц учебного пособия
5.	<b>Основные методы и теоремы, используемые при решении задач электродинамики</b> Тема 1. Дифракция электромагнитных волн на различного рода препятствиях, основы методов решения задач дифракции. Тема 2. Метод краевых волн в теории дифракции. Тема 3. Рефракция электромагнитных волн.	<b>п.10.1 Электродинамические задачи дифракции.</b> п.п.10.1.1 Общие представления. Постановка задач. п.п.10.1.2 Приближенные подходы. Метод Гюйгенса-Кирхгофа. (с.343 – 347) <b>п.10.2 Отверстие в экране. Дифракция Фраунгофера.</b> п.п.10.2.1 Постановка задачи. Применение метода Гюйгенса-Кирхгофа. п.п.10.2.2 Анализ дифракции

		<p>Фраунгофера. (с.347 – 353)</p> <p><b>п.10.3 Отверстие в экране. Дифракция Френеля.</b> п.п.10.3.1 изменение условий наблюдения. п.п.10.3.2 Анализ дифракции Френеля. (с.453 – 361)</p> <p><b>п.10.5 Дифракция на цилиндре.</b> п.п. 10.5.1 Постановка задачи. п.п. 10.5.2 Параллельная поляризация. п.п. 10.5.3 Перпендикулярная поляризация. п.п. 10.5.4 Обсуждение результатов. (с.368 – 373)</p>
6.	<p><b>Излучение электромагнитных волн.</b> Тема 1. Поле точечного изотропного источника.</p>	<p><b>п.9.0 Предварительные математические сведения.</b> п.п. 9.0.1 Интегрирование неоднородного уравнения Гельмгольца. п.п. 9.0.2 Условие излучения. (с.318 – 321)</p> <p><b>п.9.1 Излучение заданных источников.</b> п.п. 9.1.1 Постановка и обсуждение задачи. п.п. 9.1.2 Анализ решений. (с.321 – 324)</p>
7.	<p><b>Плоские электромагнитные волны.</b> Тема 1. Плоские волны в однородных анизотропных и гиротропных средах. Тема 2. Волновые явления на границе раздела двух сред. Поверхностный эффект. Тема 3. Отражение плоских волн на границе раздела двух сред. Законы Снеллиуса. Коэффициенты отражения и преломления Френеля. Угол полного преломления. Потери в проводящей среде.</p>	<p><b>п.5.1 Отражение и преломление.</b> п.п.5.1.1 Электромагнитные волны и оптические лучи. п.п.5.1.2 Падение волны на границу раздела сред. Постановка задачи. п.п.5.1.3 Законы Снеллиуса. п.п.5.1.4 Следствия второго закона Снеллиуса. п.п.5.1.5 Преломление при поглощении. (с.155 – 162)</p> <p><b>п. 5.2 Поля при падении волны на границу раздела сред.</b> п.п.5.2.1 случай нормального падения. п.п.5.2.2 Наклонное падение. Формулы Френеля. п.п.5.2.3 Полное электромагнитное поле.</p>

		(с.162 – 171)
8.	<p><b>Направляемые электромагнитные волны и направляющие системы</b></p> <p>Тема 1. Дисперсия электромагнитных волн в волноводе.</p> <p>Тема 2. Возбуждение и связь волноводов.</p> <p>Тема 3. Замедляющие системы.</p> <p>Тема 4. Резонаторы. Возбуждение волн в направляющих системах и резонаторах.</p> <p>Тема 5. Элементы направляющих систем и трактов СВЧ.</p>	<p><b>п. 4.3 Диперсия, разные оценки скорости.</b></p> <p>п.п. 4.3.1 Общее представление о дисперсии сред и распространении сигналов.</p> <p>п.п. 4.3.2 Анализ слабой дисперсии: групповая скорость волнового процесса.</p> <p>(с.149 – 152)</p> <p><b>п.6.3 Периодические структуры.</b></p> <p>п.п.6.3.1 Постановка задачи. Общие сведения о волновых процессах.</p> <p>п.п.6.3.2 Частые периодические структуры: импедансные поверхности.</p> <p>(с.212- 215)</p> <p><b>п.6.4 Передача и потери энергии в структурах</b></p> <p>п.п.6.4.1 Передаваемая мощность и погонные потери.</p> <p>п.п.6.4.2 Затухание в продольно-однородных структурах: энергетический анализ.</p> <p>п.п.6.4.3 Аналитическое определение коэффициента затухания.</p> <p>(с.216 – 222)</p> <p><b>п.7.4 Диэлектрические волноводы и родственные структуры.</b></p> <p>п.п. 7.4.1 Типы структур с диэлектрическими элементами.</p> <p>п.п. 7.4.2 Круглый диэлектрический волновод.</p> <p>(с.263 – 269)</p> <p><b>п.7.5 Полосковые, щелевые и другие планарные структуры.</b></p> <p>п.п. 7.5.1 Типы планарных структур. О развитии линий передачи.</p> <p>п.п. 7.5.2 Волновые процессы в планарных структурах.</p> <p>(с.276 – 281)</p> <p><b>п.8.1 Общая теория электромагнитных резонаторов.</b></p> <p>п.п.8.1.1 Накопление энергии в объеме. Резонатор и направляющая структура.</p>



		<p>п.п.8.1.2 Свойства полей резонаторов.</p> <p>п.п.8.1.3 Учёт потерь. Добротность резонаторов. (с.294 – 302)</p> <p><b>п.8.2 Полые резонаторы.</b></p> <p>п.п.8.2.1 Прямоугольный резонатор.</p> <p>п.п.8.2.2 цилиндрический резонатор.</p> <p>п.п.8.2.3 Другие полые резонаторы. (с.303 – 314)</p> <p><b>п.11.1 Вынужденные колебания. Излучение в полости.</b></p> <p>п.п.11.1.1 Постановка задачи.</p> <p>п.п.11.1.2 Собственные колебания резонатора и базис полей.</p> <p>п.п.11.1.3 Вынужденные колебания полого резонатора и базис полей. (с.384 – 390)</p> <p><b>п.11.2 Вынужденные волны. Излучение в волноводе.</b></p> <p>п.п.11.2.1 Постановка задачи.</p> <p>п.п.11.2.2 собственные волны волновода.</p> <p>п.п.11.2.3 Вынужденные волны полого волновода. Решение задачи. (с.396 – 402)</p>
9.	<p><b>Статические и стационарные поля.</b></p> <p>Тема 1. Электростатическое поле точечных зарядов и диполя.</p> <p>Тема 2. Метод зеркальных изображений.</p> <p>Тема 3. Энергия электростатического поля.</p> <p>Тема 4. Энергия стационарного магнитного поля.</p>	<p><b>п.2.1. Стационарное поле, электростатика и магнитостатика.</b></p> <p>п.п.2.1.1 Система уравнений стационарного электромагнитного поля.</p> <p>п.п.2.1.2. Система уравнений и общие понятия электростатики.</p> <p>п.п.2.1.3 Магнитостатика. (с.67 – 72)</p> <p><b>п.2.2 Электростатические поля.</b></p> <p>п.п. 2.2.1 Системы зарядов.</p> <p>п.п. 2.2.2 Проводники в электростатике.</p> <p>п.п. 2.2.3 Емкость.</p> <p>п.п. 2.2.4 Диэлектрики в электростатике. (с.72 – 83)</p> <p><b>п.2.3 стационарные магнитные поля.</b></p>

		<p>п.п. 2.3.1 Основные уравнения и закон Био-Савара.</p> <p>п.п. 2.3.2 Потенциалы в теории стационарного магнитного поля. (с.88 – 91)</p> <p><b>п.2.4 Энергия стационарных полей и их общие свойства.</b></p> <p>п.п. 2.4.1 Электрическая энергия и заряд.</p> <p>п.п. 2.4.2 Магнитная энергия. Индуктивность.</p> <p>п.п. 2.4.3 Общие свойства стационарного электромагнитного поля.</p> <p>п.п. 2.4.4 Аналогия постоянных токов и электростатических полей. (с.99 – 109)</p>
--	--	--

Контроль самостоятельной работы студентов в течение семестра осуществляется следующим образом. В течение семестра каждый студент должен представить преподавателю либо доклад, либо презентацию на выбранную им или указанную преподавателем тему. Доклад должен содержать не менее 5 страниц текста, презентация - не менее 10 слайдов.

Каждая представленная самостоятельная работа оценивается преподавателем по 5-бальной шкале исходя из следующих критериев:

- соответствия предложенной теме;
- качества иллюстративного и графического материалов;
- глубины раскрытия темы.

Те доклады и презентации, которые наилучшим образом раскрывают выбранную тему, могут быть, по согласию студента, представлены на всеобщее обсуждение в ходе лекционных занятий.

При выполнении самостоятельной работы обучающиеся могут пользоваться литературой и учебно-справочными материалами, представленными в таблицах 7 – 9.

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.

Проверка усвоения лекционного материала осуществляется тестированием студентов, список примерных тестов представлен в таблице 18. Подготовленность к выполнению лабораторных работ проверяется опросом студентов в соответствие со списком контрольных вопросов, представленных в методических указаниях к лабораторным работам

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