

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

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

Н.В. Поваренкин
 (инициалы, фамилия)

(подпись)
 «08» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электродинамика и распространение радиоволн»
 (Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Радиотехника
Наименование направленности	Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов
Форма обучения	очная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

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

(подпись, дата)

М.Е. Невский
 (инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 21

«27».05.2020 г, протокол № 6

Заведующий кафедрой № 21

д.т.н., проф.
 (уч. степень, звание)

(подпись, дата)

А.Ф. Крячко
 (инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 11.03.01(01)

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

(подпись, дата)

К.К. Томчук
 (инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

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

(подпись, дата)

О.Л. Бальшсва
 (инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Электродинамика и распространение радиоволн» входит в образовательную программу высшего образования по направлению подготовки/ специальности 11.03.01 «Радиотехника» направленности «Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов». Дисциплина реализуется кафедрой «№21».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-3 «Способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с электромагнетизмом.

Данная дисциплина объединяет проблемы, основанные на свойствах и особенностях электромагнитного поля. Главной задачей является раскрытие физического содержания электромагнитных процессов в различных средах, структуры полей и поведения волновых явлений. Особая роль отводится уравнениям Максвелла, которые наиболее полно описывают всю совокупность электромагнитных явлений в макроскопических масштабах.

Изучение дисциплины должно способствовать усвоению физической сущности волновых процессов, причин и источников излучения волн, методов решения задач определения полей на заданных расстояниях. Особую роль здесь играет то обстоятельство, как волны ведут себя в различных однородных и неоднородных средах, на границе раздела сред, как они преломляются и отражаются.

Изучение дисциплины дает представление о различных направляющих структурах, что крайне важно в вопросах техники СВЧ, о замедляющих структурах, на которых построены многие элементы радиоэлектроники, о резонаторах, широко используемых в различных радиосистемах.

Данная дисциплина дает возможность понять закономерности условий распространения радиоволн в околоземном пространстве, в нижней и верхней атмосфере.

С физической точки зрения рассматриваются различные явления - рассеяние, дифракция, рефракция и т. д. Важная роль отводится здесь поведению радиоволн в условиях воздействия на них различного рода препятствий.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: *лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студента, 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

Данная дисциплина объединяет проблемы, основанные на свойствах и особенностях электромагнитного поля. Главной задачей является раскрытие физического содержания электромагнитных процессов в различных средах, структуры полей и поведения волновых явлений. Особая роль отводится уравнениям Максвелла, которые наиболее полно описывают всю совокупность электромагнитных явлений в макроскопических масштабах.

Изучение дисциплины должно способствовать усвоению физической сущности волновых процессов, причин и источников излучения волн, методов решения задач определения полей на заданных расстояниях. Особую роль здесь играет то обстоятельство, как волны ведут себя в различных однородных и неоднородных средах, на границе раздела сред, как они преломляются и отражаются.

Изучение дисциплины дает представление о различных направляющих структурах, что крайне важно в вопросах техники СВЧ, о замедляющих структурах, на которых построены многие элементы радиоэлектроники, о резонаторах, широко используемых в различных радиосистемах.

Данная дисциплина дает возможность понять закономерности условий распространения радиоволн в околоземном пространстве, в нижней и верхней атмосфере.

С физической точки зрения рассматриваются различные явления - рассеяние, дифракция, рефракция и т. д. Важная роль отводится здесь поведению радиоволн в условиях воздействия на них различного рода препятствий.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, 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
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем	ПК-3.3.1 знать основные технические характеристики радиотехнических систем ПК-3.У.1 уметь осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем ПК-3.В.1 владеть навыками обоснования и инженерного расчета основных технических характеристик деталей, узлов и устройств радиотехнических систем

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Электроника
- Радиотехнические цепи и сигналы

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

- Устройства генерирования и формирования сигналов
- Устройства СВЧ и антенны
- Системы и сети радиосвязи
- Системы радиосвязи с подвижными объектами
- Помехоустойчивость радиотехнических систем
- Основы спутниковых радиотехнических систем

3. Объем и трудоемкость дисциплины

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

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№5
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	54	54
Самостоятельная работа, всего (час)	39	39
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

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

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 5					
Раздел 1. Основные положения теории электромагнетизма	10				8
Раздел 2. Излучение электромагнитного поля	6		3		8
Раздел 3. Плоские электромагнитные волны	4		2		6
Раздел 4. Линии передачи, волноводы	6		6		9
Раздел 5. Распространение радиоволн	8		6		8

Итого в семестре:	34		17		39
Итого:	34	0	17	0	39

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	Основные положения теории электромагнетизма Интегральные и дифференциальные уравнения электромагнетизма Дифференциальная форма закона Ома. Законы: Гаусса, неразрывности магнитных силовых линий, полного тока, электромагнитной индукции. Материальное уравнение для электрического поля. Явление намагничивания. Полная система уравнений Максвелла. Уравнения Максвелла для монохроматических колебаний. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Угол диэлектрических потерь. Уравнения Гельмгольца. Волновой характер электромагнитного поля. Граничные условия Энергия электромагнитного поля. Энергетические соотношения в электромагнитном поле. Теорема Умова-Пойнтинга. Граничные задачи электродинамики. Аналитические и численные методы решения граничных задач.
2	Излучение электромагнитного поля Излучение электромагнитных волн в свободном пространстве Электродинамические потенциалы Теорема запаздывающих потенциалов Возбуждение электромагнитных полей заданными источниками Дифракционный метод Кирхгофа и излучение электромагнитных волн различными источниками
3	Плоские электромагнитные волны Плоские волны в различных средах Нормальное падение волн на идеальный металл Нормальное падение волн на диэлектрик Падение волн под произвольным углом Угол Брюстера Полное внутреннее отражение
4	Линии передачи, волноводы Электромагнитные волны в направляющих системах Виды направляющих систем, собственные волны в волноводах, поверхностные волны, волны в микрополосковых, щелевых и квазиоптических системах, возбуждение направляющих систем, потери энергии Электромагнитные колебания в объемных резонаторах Резонаторы простой формы, собственная добротность резонаторов
5	Распространение радиоволн. Распространение радиоволн вблизи поверхности Земли Законы распространения волн над поверхностью Земли, в атмосфере и ионосфере Тропосферное распространение радиоволн Распространение радиоволн в условиях пересеченной местности и при наличии препятствий Модели и методы расчета радиотрасс

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)	№ 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	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 5			
	Исследование дифракции электромагнитных волн	3	2
	Исследование электрических параметров сред с шероховатой поверхностью	3	5
	Исследование структуры электромагнитного поля над проводящей поверхностью	3	4
	Исследование поверхностных волн и замедляющих структур	2	3
	Исследование характера электромагнитных полей в волноводе	3	4
	Влияние зон Френеля на распространение электромагнитных волн	3	5
Всего:		17	

Учебным планом не предусмотрено

4.5. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 5, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	24	24
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)	5	5
Всего:	39	39

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)
537.8(075) Г 83 537	Электродинамика и микроволновая техника: учебник/ А. Д. Григорьев. - 2-е изд., доп.. - СПб.: Лань, 2007. - 704 с.	1ФО(2), ГС(12), ГСЧЗ(1)
621.396.2 К 85 621.396	Направляющие среды в электросвязи и средства их защиты: учебное пособие/ А. Ф. Крячко; С.-Петерб. гос. политехн. ун-т. - СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. - 132 с.:	СО(10), ФО(4)
621.371+537.8](075)537.8(075) K78 621.37	Электродинамика и распространение радиоволн: учебное пособие/ Н. П. Красюк, Н. Д. Дымович. - М.: Высш. шк., 1974. - 536 с.	ФО(2), ГС(20), СО(4)
621.37	Электродинамика и распространение радиоволн: учебник/ Б. М. Петров. - 2-е изд., испр. - М.: Горячая линия - Телеком, 2004. - 559 с	ФО(8), ЧЗ(1)
621.371+537.8](075)537.8(075) M26 621.37	Электродинамика и распространение радиоволн: учебное пособие/ Г. Т. Марков, Б. М. Петров, Г. П. Грудинская. - М.: Сов. радио, 1979. - 374 с	ФО(2), ГС(52), СО(1), КЛЧЗ(1)
	Данилов Ю. Н., Красюк В. Н., Никитин Б. Т., Федорова Л. А. Техническая электродинамика и антенны. Электродинамика: Учеб. пособие / Санкт-Петербургский институт авиационного приборостроения. СПб., 1992. 165 с	
26-25	Электродинамика, распространение радиоволн, антенные устройства сверхвысоких частот: Программа, контрольные вопросы и методические указания к выполнению контрольных работ/ С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения; сост. Л. А. Федорова, Ю.	СО(45)

	Н. Данилов. - СПб.: РИО ГУАП, 1998. - 36 с.	
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. Направляющие системы и направляемые волны [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В. С. Калашников, А. В. Прусов; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Документ включает в себя 1 файл, размер:(464 Kb). - СПб.: РИО ГУАП, 2001.	12 Фонд учебного корпуса (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)

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

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

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

URL адрес	Наименование
http://nids.guap.ru	Лекции по электродинамике и РРВ
http://lib.aanet.ru/	Электронная библиотечная система ГУАП (для доступа необходима авторизация по номеру читательского билета).
http://techlibrary.ru/	Техническая библиотека. Переводные и русскоязычные издания, объединённые в общий каталог научно-технической литературы.
http://www.rsl.ru	Российская государственная библиотека
http://www.nlr.ru	Российская национальная библиотека
http://www.libfl.ru	Всероссийская государственная библиотека иностранной литературы им. М.И.Рудомино
http://www.rasl.ru	Библиотека Академии Наук
http://www.benran.ru	Библиотека РАН по естественным наукам
http://www.gpntb.ru	Государственная публичная научно-техническая библиотека
http://www.spsl.nsc.ru/	Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения РАН
http://lib.febras.ru	Центральная научная библиотека Дальневосточного отделения РАН
http://www.uran.ru	Центральная научная библиотека Уральского отделения РАН
http://www.loc.gov/index	Библиотека Конгресса

html	
http://www.bl.uk	Британская национальная библиотека
http://www.bnf.fr	Французская национальная библиотека
http://www.ddb.de	Немецкая национальная библиотека
http://www.ruslan.ru:8001/rus/rcis/resources	Библиотечная сеть учреждений науки и образования RUSLANet
http://www.pl.spb.ru	Центральная городская универсальная библиотека им. В.Маяковского
http://www.lib.pu.ru	Научная библиотека им. М.Горького Санкт-Петербургского Государственного университета (СПбГУ)
http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/	Фундаментальная библиотека Санкт-Петербургского Государственного Политехнического университета (СПбГПУ)
http://electrodynamics.narod.ru/	«Электродинамика глазами физика»
http://antenna.psuti.ru/	Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики кафедра антенн
http://eqworld.ipmnet.ru.ru/library/physics/electric.htm	Литература по электричеству магнетизму и электродинамике
http://sfiz.ru/forums.php?m=topics&s=3	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 «Электродинамика и РРВ»	11-01а
---	--	--------

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; Экзаменационные билеты; Задачи; Тесты.

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

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<ul style="list-style-type: none"> – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
1.	Физический смысл уравнений Максвелла.
2.	Сила Лоренца.
3.	Ток проводимости.
4.	Ток смещения, поляризационный ток.
5.	Явление электронной поляризации.
6.	Материальные уравнения для электрического и магнитного полей.
7.	Анизотропные среды, понятие тензора.
8.	Комплексная диэлектрическая проницаемость.
9.	Вектор Пойнтинга.
10.	Граничные условия для электрического и магнитного полей на металле.
11.	Плоские, сферические и цилиндрические волны.
12.	Что является физической причиной излучения ЭМ волн?
13.	Элементарный электрический излучатель.
14.	Диаграмма направленности элементарного электрического излучателя.
15.	Характеристическое сопротивление вакуума.
16.	Магнитный ток.
17.	Элементарный щелевой излучатель.
18.	Фазовая скорость в диэлектрике.
19.	Понятие глубины проникновения.
20.	Виды поляризации.
21.	Угол Брюстера, полное внутреннее отражение.
22.	Типы волн в волноводе, классификация.
23.	Фазовая скорость в волноводе.
24.	Критическая длина волны в волноводе.
25.	Длина волны в волноводе.
26.	Основной тип волны в волноводе.
27.	Излучающие щели на стенках волновода.
28.	Диаграмма типов колебаний прямоугольного волновода.
29.	Радиоволны в свободном пространстве.
30.	Зоны Френеля.
31.	Земные волны, их поглощение.
32.	Состав и строение тропосферы.
33.	Диэлектрическая проницаемость и показатель преломления тропосферы.
34.	Рефракция радиоволн в тропосфере.
35.	Поглощение радиоволн в тропосфере.
36.	Общие свойства ионосферы.
37.	Механизмы и источники ионизации в ионосфере.
38.	Основные ионизированные области ионосферы.
39.	Поглощение и отражение радиоволн в ионосфере.

40.	Распространение радиоволн при наличии постоянного магнитного поля.
41.	Особенности распространения коротких радиоволн.
42.	Особенности распространения УКВ

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

	<p>токи;</p> <ul style="list-style-type: none"> • стационарное поле; • электростатическое поле.
5.	<p>Вектор Пойтинга $\vec{P} = [\vec{E} \times \vec{H}]$</p> <ul style="list-style-type: none"> • указывает направление распространения электромагнитной энергии; • определяет поляризацию электромагнитной волны; • характеризует плотность электрического тока проводимости.
6.	<p>Критерий классификации сред по электрическим свойствам (удельной электрической проводимости) зависит от</p> <ul style="list-style-type: none"> • среднего за период значения энергии электромагнитного поля; • направления вектора Пойтинга; • частоты.
7.	<p>Относительность классификации сред по электрическим свойствам обусловлена</p> <ul style="list-style-type: none"> • зависимостью критерия классификации от частоты; • нелинейной зависимостью параметров среды от времени; • зависимостью свойств среды от векторов электромагнитного поля.
8.	<p>По характеру распределения силовых линий в пространстве поля делятся на</p> <ul style="list-style-type: none"> • гармонические и негармонические; • стационарные и соленоидальные; • вихревые и потенциальные.
9.	<p>Вектор Пойтинга имеет размерность</p> <ul style="list-style-type: none"> • магнитной индукции (Тл); • электрического смещения (Кл/м); • плотности мощности (Вт/м²).
10.	<p>Лемма Лоренца в дифференциальной форме выражает связь между</p> <ul style="list-style-type: none"> • сторонними токами и полями в двух различных точках пространства; • сторонними токами и полями в двух различных областях пространства; • параметрами сред и полями в двух различных точках пространства.
11.	<p>Лемма Лоренца для бесконечно большого объема представляет собой математическую запись</p> <ul style="list-style-type: none"> • теоремы Гаусса-Остроградского; • теоремы взаимности; • теоремы единственности решений уравнений электродинамики.
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"> • $\vec{E} \leftrightarrow \vec{H}, \varepsilon_a \leftrightarrow -\mu_a;$ • $\vec{E} \leftrightarrow \vec{H}, \varepsilon_a \leftrightarrow -\mu_a, \vec{\delta}_v^{cm} \leftrightarrow -\vec{\delta}_m^{cm};$ • $\dot{\vec{E}} \leftrightarrow \dot{\vec{H}}, \tilde{\varepsilon}_a \leftrightarrow -\mu_a, \dot{\vec{\delta}}_v^{cm} \leftrightarrow -\dot{\vec{\delta}}_m^{cm}$ (правильный ответ!).
13.	<p>В соответствии с принципом перестановочной двойственности, распространенным на случай наличия в рассматриваемой области сторонних источников монохроматического поля (среда диэлектрическая), перестановка выполняется по следующей схеме:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $\vec{E} \leftrightarrow \vec{H}, \varepsilon_a \leftrightarrow -\mu_a;$

	<ul style="list-style-type: none"> • $\vec{E} \leftrightarrow \vec{H}, \varepsilon_a \leftrightarrow -\mu_a, \vec{\delta}_a^{cm} \leftrightarrow -\vec{\delta}_m^{cm}$; • $\dot{\vec{E}} \leftrightarrow \dot{\vec{H}}, \tilde{\varepsilon}_a \leftrightarrow -\mu_a, \dot{\vec{\delta}}_a^{cm} \leftrightarrow -\dot{\vec{\delta}}_m^{cm}$ (правильный ответ!).
14.	<p>Деление сред на нелинейные и линейные обусловлено</p> <ul style="list-style-type: none"> • зависимостью (независимостью) их параметров от координат среды; • зависимостью (независимостью) их параметров от времени; • зависимостью (независимостью) их параметров от значений векторов поля.
15.	<p>По характеру зависимости свойств среды от направления среды делятся на:</p> <ul style="list-style-type: none"> • нелинейные и линейные; • изотропные и анизотропные; • однородные и неоднородные.
16.	<p>По характеру зависимости свойств среды от координат среды делятся на:</p> <ul style="list-style-type: none"> • нелинейные и линейные; • изотропные и анизотропные; • однородные и неоднородные.
17.	<p>По характеру зависимости свойств среды от векторов электромагнитного поля среды делятся на:</p> <ul style="list-style-type: none"> • нелинейные и линейные; • изотропные и анизотропные; • однородные и неоднородные.
18.	<p>Материальные уравнения электромагнитного поля связывают между собой</p> <ul style="list-style-type: none"> • векторы электромагнитного поля и параметры среды; • векторы поля и координаты точки наблюдения; • параметры сред и энергию электромагнитного поля.
19.	<p>Уравнения Максвелла в дифференциальной форме связывает между собой</p> <ul style="list-style-type: none"> • значения векторов электромагнитного поля в рассматриваемом объеме с зарядами и токами, протекающими в этом объеме; • значения векторов электромагнитного поля в некоторой точке среды с совокупностью плотностей зарядов и токов в этой точке; • векторы электромагнитного поля с параметрами среды, где наблюдается электромагнитное поле.
20.	<p>Уравнения Максвелла в интегральной форме связывает между собой</p> <ul style="list-style-type: none"> • значения векторов электромагнитного поля в рассматриваемом объеме с зарядами и токами, протекающими в этом объеме; • значения векторов электромагнитного поля в некоторой точке среды с совокупностью плотностей зарядов и токов в этой точке; • векторы электромагнитного поля с параметрами среды, где наблюдается электромагнитное поле.
21.	<p>Принцип непрерывности силовых линий магнитного поля обусловлен</p> <ul style="list-style-type: none"> • законом Ома в дифференциальной форме; • равенством нулю дивергенции вектора магнитной индукции (в соответствии с 4-м уравнением Максвелла в дифференциальной форме $\text{div}\vec{B} = 0$); • материальными уравнениями электромагнитного поля.
22.	<p>В основании 1-го уравнения Максвелла лежит</p> <ul style="list-style-type: none"> • закон непрерывности постоянного электрического тока; • закон сохранения электрического заряда;

	<ul style="list-style-type: none"> • закон полного тока.
23.	<p>В основании 2-го уравнения Максвелла лежит</p> <ul style="list-style-type: none"> • закон о магнитной индукции; • закон сохранения электрического заряда; • закон полного тока.
24.	<p>Обобщенный закон электромагнитной индукции основан на</p> <ul style="list-style-type: none"> • законе полного тока; • опытном законе об электромагнитной индукции; • законе Ома в дифференциальной форме.
25.	<p>Переменное во времени электрическое поле независимо от свойств среды приводит к появлению</p> <ul style="list-style-type: none"> • потенциального электрического поля; • постоянного электрического поля; • вихревого магнитного поля.
26.	<p>Непрерывность силовых линий магнитного поля обусловлена</p> <ul style="list-style-type: none"> • законом полного тока; • 4-м уравнением Максвелла в дифференциальной форме ($\operatorname{div}\vec{B}=0$); • законом об электромагнитной индукции.
27.	<p>К строгим методам решения уравнений электродинамики относится</p> <ul style="list-style-type: none"> • метод разделения переменных; • метод волновой оптики; • метод геометрической оптики.
28.	<p>К строгим методам решения уравнений электродинамики относится</p> <ul style="list-style-type: none"> • метод геометрической оптики; • метод волновой оптики; • метод, основанный на использовании формулы Кирхгофа.
29.	<p>К строгим методам решения уравнений электродинамики относится</p> <ul style="list-style-type: none"> • метод решения задачи на излучение известными источниками в неограниченной однородной среде; • метод волновой оптики; • метод геометрической оптики.
30.	<p>Приближенным методом решения задач электродинамики является:</p> <ul style="list-style-type: none"> • метод волновой оптики; • метод разделения переменных; • метод зеркальных изображений.
31.	<p>Приближенным методом решения задач электродинамики является:</p> <ul style="list-style-type: none"> • метод геометрической оптики; • метод разделения переменных; • метод зеркальных изображений.
32.	<p>Введение комплексной диэлектрической проницаемости позволяет</p> <ul style="list-style-type: none"> • сделать систему уравнение электромагнитного поля симметричной; • применить к решению уравнения электромагнитного поля метод разделения переменных; • привести уравнения электромагнитного поля для полупроводящей и проводящей среды к виду уравнений для диэлектрика; • записать уравнения Максвелла в комплексной форме.
33.	<p>Среда считается идеальным проводником если</p> <ul style="list-style-type: none"> • ее удельная электрическая проводимость стремится к единице ($\gamma_s \rightarrow 1$); • ее удельная электрическая проводимость стремится к нулю ($\gamma_s \rightarrow 0$);

	<ul style="list-style-type: none"> • ее удельная электрическая проводимость стремится к бесконечности ($\gamma_s \rightarrow \infty$).
34.	<p>Среда считается идеальным диэлектриком если</p> <ul style="list-style-type: none"> • ее удельная электрическая проводимость стремится к единице ($\gamma_s \rightarrow 1$); • ее удельная электрическая проводимость стремится к нулю ($\gamma_s \rightarrow 0$); • ее удельная электрическая проводимость стремится к бесконечности ($\gamma_s \rightarrow \infty$).
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"> • диэлектрической; • проводящей; • полупроводящей.
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"> • диэлектрической; • проводящей; • полупроводящей.
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"> • диэлектрической; • проводящей; • полупроводящей.
38.	<p>В соответствии с теоремой единственности</p> <ul style="list-style-type: none"> • при заданных начальных и граничных условиях не может быть двух разных решений уравнений электромагнитного поля; • при заданных начальных и граничных условиях, а также при заданном распределении и одновременном действии источников поля, полное поле будет определяться векторной суммой всех источников поля; • магнитные силовые линии всегда сцеплены с полным током, который является суммой токов проводимости и токов смещения.
39.	<p>Магнитное поле создается</p> <ul style="list-style-type: none"> • как токами проводимости, так и токами, определяющимися изменением электрического поля во времени; • неподвижными электрическими зарядами; • неподвижными электрическими зарядами и токами.
40.	<p>Всякое изменение магнитного поля во времени независимо от параметров среды вызывает появление</p> <ul style="list-style-type: none"> • вихревого электрического поля; • потенциального электрического поля; • стационарного электромагнитного поля.
41.	<p>В соответствии с 3-м уравнением Максвелла $\operatorname{div} \vec{D} = \rho$ поток вектора электрического смещения D через замкнутую поверхность S равен</p> <ul style="list-style-type: none"> • сумме зарядов, имеющих в объеме V, заключенном внутри указанной поверхности; • сумме поверхностных зарядов, расположенных на указанной поверхности; • нулю.

42.	<p>В соответствии с 4-м уравнением Максвелла поток вектора магнитной индукции B через замкнутую поверхность S равен</p> <ul style="list-style-type: none"> • нулю; • бесконечности; • определяется частной производной по времени от вектора напряженности магнитного поля.
43.	<p>4-е уравнение Максвелла $\oint_S \vec{B} d\vec{S} = 0$ в интегральной форме представляет собой</p> <ul style="list-style-type: none"> • математическое выражение принципа суперпозиции; • математическое выражение принципа непрерывности постоянного тока; • математическое выражение принципа непрерывности магнитного потока.
44.	<p>Непрерывность силовых линий постоянного магнитного поля обосновывают исходя из</p> <ul style="list-style-type: none"> • появления вихревого электрического поля при изменении во времени магнитного поля; • отсутствия в природе магнитных зарядов; • принципа непрерывности постоянного тока.
45.	<p>Переход в уравнениях Максвелла к комплексным векторам возможен потому что эти уравнения являются</p> <ul style="list-style-type: none"> • линейными; • однородными; • неоднородными.
46.	<p>Поток вектора Пойтинга $\oint_S [\vec{E}\vec{H}] d\vec{S}$ численно равен</p> <ul style="list-style-type: none"> • мощности, которая в зависимости от знака интеграла либо входит (« - »), либо выходит (« + ») за рассматриваемый объем; • количеству энергии, переносимой электромагнитными волнами за единицу времени через единичную площадку, расположенную перпендикулярно к направлению распространения электромагнитной энергии.
47.	<p>Обобщенное неоднородное векторное волновое уравнение переходит в волновое уравнение Даламбера если</p> <ul style="list-style-type: none"> • удельная электрическая проводимость среды, где наблюдается электромагнитное поле, равна нулю ($\gamma_s = 0$); • в области, где рассматривается электромагнитное поле, отсутствуют заряды и токи; • среда, где рассматривается электромагнитное поле, является проводящей и в ней отсутствуют сторонние заряды и токи.
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"> • пространство между двумя антеннами содержит нелинейные элементы; • пространство между этими двумя антеннами содержит анизотропные элементы; • равными являются ЭДС, наведенные указанными токами в соответствующих антеннах; • сонаправленными являются векторы Пойтинга, характеризующие электромагнитные поля, возбуждаемые этими антеннами.
49.	<p>Введение векторного и скалярного электродинамических потенциалов позволяет</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • сделать систему уравнений электромагнитного поля симметричной; • привести уравнения поля для полупроводящей и проводящей сред к виду уравнений для диэлектрика; • упростить векторные волновые уравнения таким образом, что в их правых частях находятся непосредственно возбуждающие функции в виде сторонних плотностей заряда и тока, а не их дифференциальные эффекты (<i>grad</i> или <i>rot</i>).
50.	<p>Введение в векторные волновые уравнения вектора Герца дает возможность</p> <ul style="list-style-type: none"> • сделать систему уравнений электромагнитного поля симметричной; • свести уравнения Максвелла лишь к одному векторному волновому уравнению; • привести уравнения поля для полупроводящей и проводящей сред к виду уравнений для диэлектрика.
51.	<p>Зона элементарного электрического диполя, где выполняется соотношение $kr \ll l$ или $2\pi r \ll \lambda$ называется</p> <ul style="list-style-type: none"> • волновой зоной; • дальней зоной; • ближней зоной.
52.	<p>Зона элементарного электрического диполя, где выполняется соотношение $kr \gg l$ или $2\pi r \gg \lambda$ называется</p> <ul style="list-style-type: none"> • квазистационарной зоной; • дальней зоной; • ближней зоной.
53.	<p>Элементарный электрический диполь создает</p> <ul style="list-style-type: none"> • сферическую волну; • цилиндрическую волну; • плоскую электромагнитную волну.
54.	<p>Пространственная диаграмма, отражающая зависимость составляющих векторов напряженностей электромагнитного поля \dot{H}_φ и \dot{E}_θ, создаваемого элементарным электрическим диполем, от полярного угла ϑ (при $r = const$) представляет собой</p> <ul style="list-style-type: none"> • тороид с нулевым внутренним диаметром, центр которого совпадает с серединой диполя; • две соприкасающиеся окружности, расположенные одна над другой, при этом точка их соприкосновения совпадает с серединой диполя; • сферу, центр которой совпадает с серединой диполя.
55.	<p>Силовые линии магнитного поля, создаваемого вертикальным элементарным электрическим диполем представляют собой</p> <ul style="list-style-type: none"> • концентрические окружности, параллельные экваториальной плоскости с центром на оси диполя; • концентрические окружности, параллельные меридиональной плоскости с центром на оси диполя; • концентрические окружности, параллельные меридиональной плоскости, расположенные по обеим сторонам диполя и соприкасающиеся в точке, совпадающей с серединой диполя.
56.	<p>Пространственная диаграмма, отражающая зависимость составляющей вектора напряженности электрического поля \dot{E}_r, создаваемого элементарным электрическим диполем, от полярного угла ϑ (при $r = const$) представляет собой</p> <ul style="list-style-type: none"> • тороид с нулевым внутренним диаметром, центр которого совпадает с

	<p>серединой диполя;</p> <ul style="list-style-type: none"> • две соприкасающиеся окружности, расположенные одна над другой, при этом точка их соприкосновения совпадает с серединой диполя; • сферу, центр которой совпадает с серединой диполя.
57.	<p>Поле элементарного электрического диполя относительно продольной оси диполя (относительно его момента) имеет</p> <ul style="list-style-type: none"> • поперечную структуру (<i>ТЕМ</i>); • поперечно-магнитную структуру (ТМ); • поперечно-электрическую структуру (<i>ТЕ</i>).
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"> • $\lambda /4$, где λ - длина волны; • $\lambda/2$; • λ.
59.	<p>Электромагнитную волну с круговой поляризацией можно получить посредством сложения двух взаимно ортогональных плоско поляризованных волн с одинаковой частотой. При этом условием получения такой волны является</p> <ul style="list-style-type: none"> • равенство амплитуд двух взаимно ортогональных плоско поляризованных волн и сдвиг фаз между ними, равный $\pi/2$; • равенство нулю амплитуды одной из складываемых плоско поляризованных волн независимо от сдвига фаз между ними; • равенство нулю амплитуды одной из складываемых плоско поляризованных волн и сдвиг фаз между ними, равный $\pi/2$.
60.	<p>Метод геометрической оптики находит применение при решении следующей электродинамической задачи</p> <ul style="list-style-type: none"> • на отражение электромагнитных волн идеально проводящими телами в однородной изотропной среде; • дифракции на препятствии, если радиус кривизны препятствия сравним с длиной волны; • на отражение электромагнитных волн, если точка наблюдения находится вблизи геометрической границы пучка лучей.
61.	<p>Если при решении электродинамической задачи выполняется соотношение $l/\lambda \ll 1$ (l – характерный размер области пространства V, где рассматривается электромагнитное поле; λ - длина волны), то область расположения граничной поверхности в электромагнитном поле является</p> <ul style="list-style-type: none"> • резонансной; • квазиоптической; • квазистационарной.
62.	<p>Если при решении электродинамической задачи выполняется соотношение $l/\lambda \gg 1$ (l – характерный размер области пространства V, где рассматривается электромагнитное поле; λ - длина волны), то область расположения граничной поверхности в электромагнитном поле является</p> <ul style="list-style-type: none"> • резонансной; • квазиоптической; • квазистационарной.
63.	<p>Если при решении электродинамической задачи выполняется соотношение $l/\lambda \approx 1$ (l – характерный размер области пространства V, где рассматривается электромагнитное поле; λ - длина волны), то область</p>

	<p>расположения граничной поверхности в электромагнитном поле является</p> <ul style="list-style-type: none"> • резонансной; • квазиоптической; • квазистационарной.
64.	<p>Для решения электродинамических задач в резонансной области необходимо применять</p> <ul style="list-style-type: none"> • строгие методы решения; • приближенные методы решения; • возможно применение как строгих, так и приближенных методов.
65.	<p>Для решения электродинамических задач в резонансной области необходимо применять</p> <ul style="list-style-type: none"> • строгие методы решения; • метод геометрической оптики; • метод волновой оптики; • метод квазистатических приближений.
66.	<p>Для решения электродинамических задач в квазистационарной области необходимо применять</p> <ul style="list-style-type: none"> • строгие методы решения; • метод геометрической оптики; • метод волновой оптики; • метод квазистатических приближений.
67.	<p>Для решения электродинамических задач в квазиоптической области необходимо применять</p> <ul style="list-style-type: none"> • строгие методы решения; • метод волновой оптики; • метод квазистатических приближений.
68.	<p>В основе метода квазистатических приближений лежат</p> <ul style="list-style-type: none"> • методы электростатики и магнитостатики, при этом волновые уравнения электромагнитного поля вырождаются в уравнения Лапласа и Пуассона; • представление о локальном характере распространения, отражения и преломления света, когда пучок света представляется в виде совокупности сколь угодно тонких пучков лучей, распространяющихся независимо друг от друга (величина потока энергии в различных сечениях луча постоянна); • принцип Гюйгенса-Френеля.
69.	<p>В основе метода геометрической оптики лежат</p> <ul style="list-style-type: none"> • методы электростатики и магнитостатики, при этом волновые уравнения электромагнитного поля вырождаются в уравнения Лапласа и Пуассона; • представление о локальном характере распространения, отражения и преломления света, когда пучок света представляется в виде совокупности сколь угодно тонких пучков лучей, распространяющихся независимо друг от друга (величина потока энергии в различных сечениях луча постоянна); • принцип Гюйгенса-Френеля.
70.	<p>В основе метода волновой (физической) оптики лежат</p> <ul style="list-style-type: none"> • методы электростатики и магнитостатики, при этом волновые уравнения электромагнитного поля вырождаются в уравнения Лапласа и Пуассона; • представление о локальном характере распространения, отражения и преломления света, когда пучок света представляется в виде

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

	<p>напряженности электрического поля \vec{E}, равномерно вращаясь, в фиксированной точке пространства с течением времени описывает окружность, называется волной с</p> <ul style="list-style-type: none"> • эллиптической поляризацией; • линейной поляризацией; • круговой поляризацией.
80.	<p>Электромагнитная волна, у которой воображаемый конец вектора напряженности электрического поля \vec{E} 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"> • эллиптической поляризацией; • линейной поляризацией; • круговой поляризацией.
81.	<p>Если имеет место электромагнитная волна с круговой поляризацией, то для заданного момента времени $t = const$ распределение напряженности электрического поля \vec{E} в направлении распространения волны представляется</p> <ul style="list-style-type: none"> • эллиптической спиралью; • круговой спиралью; • гармоническим законом.
82.	<p>Если имеет место электромагнитная волна с эллиптической поляризацией, то для заданного момента времени $t = const$ распределение напряженности электрического поля \vec{E} в направлении распространения волны представляется</p> <ul style="list-style-type: none"> • эллиптической спиралью; • круговой спиралью; • гармоническим законом.
83.	<p>Если имеет место электромагнитная волна с линейной поляризацией, то для заданного момента времени $t = const$ распределение напряженности электрического поля \vec{E} в направлении распространения волны представляется</p> <ul style="list-style-type: none"> • эллиптической спиралью; • круговой спиралью; • гармоническим законом.
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"> • фазовым фронтом, • волновой поверхностью; • поверхностью равных амплитуд.
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"> • фазовым фронтом, • поверхностью равных фаз; • поверхностью равных амплитуд.
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"> • плоской неоднородной волной; • плоско поляризованной волной; • плоской однородной волной.
87.	<p>Если поверхности равных фаз и равных амплитуд электромагнитной волны являются плоскостями и при этом не параллельны друг другу, то такая</p>

	<p>электромагнитная волна называется</p> <ul style="list-style-type: none"> • плоской неоднородной волной; • плоско поляризованной волной; • плоской однородной волной.
88.	<p>Элементарный точечный излучатель излучает электромагнитную волну, обладающую</p> <ul style="list-style-type: none"> • сферической волновой поверхностью; • цилиндрической волновой поверхностью; • плоской волновой поверхностью.
89.	<p>Комплексный векторный электродинамический потенциал \vec{A}_3, характеризующий поле элементарного электрического диполя</p> <ul style="list-style-type: none"> • параллелен продольной оси диполя (электрическому моменту диполя); • перпендикулярен электрическому моменту диполя; • совпадает с направлением вектора Пойтинга.
90.	<p>Излучение электромагнитной энергии вертикальным элементарным электрическим диполем</p> <ul style="list-style-type: none"> • происходит в меридиональном направлении; • концентрируется вблизи экваториальной плоскости элементарного электрического диполя; • происходит в радиальном направлении.
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"> • меридиональной \dot{E}_θ и радиальной \dot{E}_r, составляющими вектора напряженности электрического поля, а также составляющей \dot{H}_φ напряженности магнитного поля; • \dot{E}_r и \dot{H}_φ; • \dot{E}_θ и \dot{H}_φ.
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"> • меридиональной \dot{E}_θ и радиальной \dot{E}_r, составляющими вектора напряженности электрического поля, а также составляющей \dot{H}_φ напряженности магнитного поля; • \dot{E}_r и \dot{H}_φ; • \dot{E}_θ и \dot{H}_φ (правильный ответ!).
93.	<p>Нормированная диаграмма направленности (ДН) вертикального элементарного электрического диполя по напряженности поля в дальней зоне описывается следующей функциональной зависимостью</p> <ul style="list-style-type: none"> • $\sin \vartheta$; • $\cos \vartheta$; • $\sin^2 \vartheta$.
94.	<p>Нормированная диаграмма направленности (ДН) вертикального элементарного электрического диполя по мощности в дальней зоне</p>

	<p>описывается следующей функциональной зависимостью</p> <ul style="list-style-type: none"> • $\sin \vartheta$; • $\cos \vartheta$; • $\sin^2 \vartheta$.
95.	<p>Отношение напряженности электрического поля \bar{E}, создаваемого диполем, к напряженности магнитного поля \bar{H} не зависит от координат точки наблюдения и источника электромагнитной волны и равно постоянной величине $\sqrt{\frac{\mu_a}{\tilde{\epsilon}_a}}$, которая определяется электромагнитными параметрами среды.</p> <p>Эта величина называется</p> <ul style="list-style-type: none"> • скоростью электромагнитной волны; • волновым сопротивлением; • коэффициентом распространения электромагнитной волны.
96.	<p>Волновое сопротивление среды определяется исключительно</p> <ul style="list-style-type: none"> • мгновенными значениями векторов \bar{E} и \bar{H}; • скоростью распространения электромагнитной волны; • электромагнитными параметрами среды распространения.
97.	<p>Волновое сопротивление воздуха (вакуума) составляет</p> <ul style="list-style-type: none"> • 120 π; • 60 π; • 270 π.
98.	<p>Длиной электромагнитной волны называется расстояние, которое волна проходит за период времени, равный</p> <ul style="list-style-type: none"> • $T/2$ (T – период электромагнитного колебания); • T; • $2T$.
99.	<p>Отношение плотности потока мощности, создаваемого реальной антенной в рассматриваемом направлении (ϑ, φ) при условии $r = const$ (r – 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"> • диаграммой направленности; • коэффициентом направленного действия антенны; • коэффициентом усиления антенны.
100.	<p>Максимальная величина КНД (коэффициента направленного действия) элементарного электрического диполя, получаемая при $\vartheta = \pi/2$, составляет</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1,5; • 1,0; • 2,0.
101.	<p>Мощность, излучаемая вертикальным элементарным электрическим диполем</p> <ul style="list-style-type: none"> • прямо пропорциональна квадрату тока, протекающего по проводнику, и квадрату длины диполя; • обратно пропорциональна квадрату тока, протекающего по проводнику, и квадрату длины диполя; • зависит только от длины излучаемой волны.
Раздел 2. Распространение электромагнитных волн	
1.	<p>Каждая из радиолиний состоит из трёх основных частей:</p> <ul style="list-style-type: none"> • передающее устройство, линия связи (канал связи), приёмное

	<p>устройство;</p> <ul style="list-style-type: none"> • передающее устройство, смеситель, приёмное устройство; • передающее устройство, гетеродин, блок индикации.
2.	<p>Если информация сообщается радиосигналу в процессе его формирования в передающем блоке, то такую радиолинию принято называть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • первичной; • вторичной.
3.	<p>Если информация сообщается радиосигналу при его взаимодействии с каким-либо объектом в среде распространения, то такую радиолинию принято называть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • первичной; • вторичной.
4.	<p>Радиорелейные линии связи относятся к</p> <ul style="list-style-type: none"> • первичным радиолиниям; • вторичным радиолиниям.
5.	<p>Радиолиния, осуществляющая связь между наземным диспетчерским пунктом и летательным аппаратом, относится к</p> <ul style="list-style-type: none"> • первичным радиолиниям; • вторичным радиолиниям.
6.	<p>В радиолокации находят применение</p> <ul style="list-style-type: none"> • первичные радиолинии; • вторичные радиолинии.
7.	<p>Атмосфера Земли состоит из следующих основных слоёв (в порядке возрастания высоты):</p> <ul style="list-style-type: none"> • тропосфера, стратосфера, ионосфера; • стратосфера, тропосфера, ионосфера; • ионосфера, тропосфера, стратосфера.
8.	<p>Приземный слой атмосферы, простирающийся до высот 10 – 12 км в умеренных широтах (16 – 18 км на экваторе и 7 – 10 км в полярных широтах) называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> • тропосфера; • стратосфера; • ионосфера.
9.	<p>Слой атмосферы, простирающийся от тропопаузы до высот 50 – 60 км, называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> • тропосфера; • стратосфера; • ионосфера.
10.	<p>Верхний слой атмосферы, простирающийся от стратопаузы до высот 1000 км, называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> • тропосфера; • стратосфера; • ионосфера.
11.	<p>Слой атмосферы, где содержится большое количество свободных электронов, называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> • тропосфера; • стратосфера; • ионосфера.
12.	<p>Ионосфера за счёт имеющегося в ней большого количества свободных</p>

	<p>электронов обладает свойством:</p> <ul style="list-style-type: none"> • проводимости, а, следовательно, способна отражать электромагнитные волны с длинами более 10 м; • проводимости, а, следовательно, способна поглощать электромагнитные волны с длинами более 10 м.
13.	<p>Явление искривления траектории распространения радиоволн в тропосфере (в меньшей степени в стратосфере) называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> • рефракцией; • дифракцией; • поляризацией.
14.	<p>Прохождение радиосигнала в среде распространения, обладающей свойствами, отличными от свойств свободного пространства, сопровождается:</p> <ul style="list-style-type: none"> • изменением его амплитуды; • изменением амплитуды сигнала на выходе передающей антенны; • изменением отражающих свойств объекта радиолокационного обнаружения.
15.	<p>Прохождение радиосигнала в среде распространения, обладающей свойствами, отличными от свойств свободного пространства, сопровождается:</p> <ul style="list-style-type: none"> • изменением скорости и направления радиосигнала; • изменением амплитуды сигнала на выходе передающей антенны; • изменением отражающих свойств объекта радиолокационного обнаружения.
16.	<p>Прохождение радиосигнала в среде распространения, обладающей свойствами, отличными от свойств свободного пространства, сопровождается:</p> <ul style="list-style-type: none"> • поворотом плоскости поляризации радиоволны; • изменением амплитуды сигнала на выходе передающей антенны; • изменением отражающих свойств объекта радиолокационного обнаружения.
17.	<p>Мощность излучения элементарного электрического диполя в свободном пространстве:</p> <ul style="list-style-type: none"> • прямо пропорциональна квадрату тока, протекающего по проводнику; • обратно пропорциональна квадрату тока, протекающего по проводнику; • прямо пропорциональна току, протекающего по проводнику.
18.	<p>Отношение плотности потока мощности, создаваемого реальной антенной в рассматриваемом направлении к плотности потока мощности, создаваемого гипотетической ненаправленной антенной, при одной и той же мощности обеих антенн, называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> • диаграммой направленности антенны; • коэффициентом направленного действия антенны; • коэффициентом усиления антенны.
19.	<p>Влияние земной поверхности на распространение радиоволн обусловлено (необходимо выбрать все правильные ответы, их может быть несколько):</p> <ul style="list-style-type: none"> • отражением радиоволн от поверхности Земли и связанным с ним явлением интерференции; • полупроводящими свойствами среды и связанными с ними потерями электромагнитной энергии; • неровностями земной поверхности, вызывающими рассеяние; • сферичностью Земли и связанным с нею явлением дифракции;

	<ul style="list-style-type: none"> • влиянием рефракции радиоволн в атмосфере Земли; • влиянием рассеяния на неоднородностях атмосферы; • поглощением энергии радиоволн атмосферными газами, осадками, туманом, пылью и т. п.
20.	<p>Влияние атмосферы Земли на распространение радиоволн обусловлено (необходимо выбрать все правильные ответы, их может быть несколько):</p> <ul style="list-style-type: none"> • отражением радиоволн от поверхности Земли и связанным с ним явлением интерференции; • полупроводящими свойствами среды и связанными с ними потерями электромагнитной энергии; • неровностями земной поверхности, вызывающими рассеяние; • сферичностью Земли и связанным с нею явлением дифракции; • влиянием рефракции радиоволн в атмосфере Земли; • влиянием рассеяния на неоднородностях атмосферы; • поглощением энергии радиоволн атмосферными газами, осадками, туманом, пылью и т. п.
21.	<p>Радиоволны, распространяющиеся в непосредственной близости от поверхности Земли (в масштабе длины волны) и частично огибающие земную поверхность вследствие дифракции, называются:</p> <ul style="list-style-type: none"> • тропосферными; • земными; • ионосферными.
22.	<p>Радиоволны, распространяющиеся на значительные расстояния за счёт 1) рефракции и рассеяния в атмосфере, 2) направляющего волноводного действия тропосферы называются:</p> <ul style="list-style-type: none"> • тропосферными; • земными; • ионосферными.
23.	<p>Радиоволны, распространяющиеся на большие расстояния и способные огибать земной шар за счёт, 1) однократного или многократного переотражения от ионосферы или 2) рассеяния на неоднородностях ионосферы, либо 3) отражения от ионизированных следов метеоров, называются:</p> <ul style="list-style-type: none"> • тропосферными; • земными; • ионосферными.
24.	<p>Характер влияния тех или иных факторов на процесс распространения радиоволн зависит от</p> <ul style="list-style-type: none"> • мощности сигнала; • направления вектора Пойтинга; • длины волны.
25.	<p>Радиоволна с длиной 3 см относится к</p> <ul style="list-style-type: none"> • УКВ диапазону длин волн; • диапазону сверхдлинных волн; • коротким волнам.
26.	<p>Радиоволна с длиной 3 см относится к</p> <ul style="list-style-type: none"> • УКВ диапазону длин волн; • диапазону сверхдлинных волн; • коротким волнам.
27.	<p>Радиоволна с длиной 200 м относится к</p> <ul style="list-style-type: none"> • диапазону средних длин волн;

	<ul style="list-style-type: none"> • диапазону сверхдлинных волн; • коротким волнам.
Раздел 4. Влияние Земли на распространение радиоволн при поднятых излучателях.	
28.	<p>Электромагнитные параметры различных участков верхних слоёв земной поверхности зависят от (правильных ответов может быть несколько)</p> <ul style="list-style-type: none"> • их структуры (например, наличия растительности, водной поверхности и т.п.); • влажности; • температуры; • длины волны; • поляризации падающей волны.
29.	<p>Для осуществления радиосвязи через почву и воду применимы только</p> <ul style="list-style-type: none"> • длинные и сверхдлинные волны; • радиоволны КВ и УКВ; • волны оптического диапазона длин волн.
30.	<p>Угол Брюстера – это такой угол падения электромагнитной волны, при котором коэффициент отражения равен</p> <ul style="list-style-type: none"> • нулю; • 1; • $\pi/2$.
31.	<p>Плоская электромагнитная волна, падающая в среде «А» на идеально проводящую гладкую поверхность среды «Б» под произвольным углом, независимо от её поляризации</p> <ul style="list-style-type: none"> • полностью отражается в среду «А»; • полностью преломляется в среду «Б»; • отражается в среду «А» под углом Брюстера.
32.	<p>Понятие о степени неровности поверхности, над которой распространяется радиоволна, носит относительный характер. Критерием, по которому судят о том, является ли рассматриваемая поверхность шероховатой или нет, является отношение</p> <ul style="list-style-type: none"> • длины волны к высоте неровности; • угла падения к углу преломления; • показателей преломления сред.
33.	<p>Критерий Рэлея определяет</p> <ul style="list-style-type: none"> • степень шероховатости поверхности, на которую падает радиоволна; • границу ближней зоны излучения; • границу дальней зоны излучения.
34.	<p>Критерий Рэлея определяется</p> <ul style="list-style-type: none"> • высотами неровностей поверхности, на которую падает радиоволна, длиной волны и углом её падения; • отношением модулей напряженностей электрического поля падающей и отраженной радиоволн; • площадью отражающей поверхности.
35.	<p>Зоны Френеля на плоской отражающей поверхности носят характер</p> <ul style="list-style-type: none"> • двух соприкасающихся окружностей; • концентрических окружностей; • ломаных линий.
36.	<p>Зоной Френеля называют участок отражающей поверхности, имеющий такие границы, при которых длины проходящих через них траекторий радиоволн (от</p>

	<p>передающей до приёмной антенн) отличаются на</p> <ul style="list-style-type: none"> • $\lambda/4$; • λ; • $\lambda/2$.
37.	<p>Если отражающая поверхность является гладкой (в соответствии с критерием Рэлея), то при определении отраженного от неё поля необходимо учитывать</p> <ul style="list-style-type: none"> • все зоны Френеля; • 1-ю зону Френеля и несколько последующих зон с малыми номерами.
38.	<p>Если высота расположенных на отражающей поверхности неровностей много меньше длины радиоволны, то суммарное отражённое поле приблизительно равно полю, обусловленному</p> <ul style="list-style-type: none"> • половиной 1-й зоны Френеля; • всеми зонами Френеля; • 1-й зоной Френеля и несколькими последующими зонами с малыми номерами.
39.	<p>Если высота неровностей на всем участке поверхности, существенном при отражении, превышает величину, определенную критерием Рэлея, то отражение в зависимости от характера неровностей, будет</p> <ul style="list-style-type: none"> • рассеянным или полурассеянным; • зеркальным.
40.	<p>Если высота неровностей на всем участке поверхности, существенном при отражении, превышает величину, определенную критерием Рэлея, то отражение в зависимости от характера неровностей, будет</p> <ul style="list-style-type: none"> • зеркальным; • диффузным.
41.	<p>При рассеянном (диффузном) отражении имеет место</p> <ul style="list-style-type: none"> • рассеяние радиоволн по всем направлениям независимо от угла падения волны; • рассеяние, концентрирующееся вблизи направлений зеркального отражения, когда угол падения равен углу отражения.
42.	<p>В большинстве случаев отражение от реальных физических поверхностей (суша, море, лес и т.п.) является</p> <ul style="list-style-type: none"> • рассеянным; • полурассеянным; • зеркальным.
43.	<p>В большинстве случаев отражение от реальных физических поверхностей (суша, море, лес и т.п.) является</p> <ul style="list-style-type: none"> • рассеянным; • полурассеянным; • зеркальным.
44.	<p>Чем короче длина волны, тем вероятнее выполнение условий, при которых отражение от реальной физической поверхности близко к</p> <ul style="list-style-type: none"> • диффузному; • зеркальному.
45.	<p>При уменьшении угла скольжения отражение от реальных физических поверхностей стремится к</p> <ul style="list-style-type: none"> • диффузному; • зеркальному.
46.	<p>При стремлении угла падения электромагнитной волны к нормальному (угол</p>

	<p>скольжения близок к 90°) отражение от реальных физических поверхностей стремится к</p> <ul style="list-style-type: none"> • диффузному; • зеркальному.
47.	<p>Основными методами решения задач рассеяния радиоволн статистически неровными поверхностями являются</p> <ul style="list-style-type: none"> • метод Кирхгофа; • принцип Гюйгенса-Френеля; • метод разделения переменных.
48.	<p>Основными методами решения задач рассеяния радиоволн статистически неровными поверхностями являются</p> <ul style="list-style-type: none"> • метод разделения переменных; • принцип Гюйгенса-Френеля; • метод малых возмущений.
49.	<p>Согласно методу Кирхгофа неровную отражающую поверхность можно представить в виде совокупности</p> <ul style="list-style-type: none"> • геометрических тел простой формы (цилиндр, диск, конус и т.п.), после чего определить отраженное поле, используя известные методы решения задач дифракции; • плоских площадок, зеркально отражающих радиоволны.
50.	<p>Метод решения электродинамических задач, заключающийся в замене влияния на переменное электромагнитное поле идеально отражающей поверхности влиянием зеркально расположенного источника, называется</p> <ul style="list-style-type: none"> • методом Кирхгофа; • методом разделения переменных; • методом зеркальных изображений.
51.	<p>В соответствии с методом зеркальных изображений на границе с идеально проводящей средой</p> <ul style="list-style-type: none"> • напряженности электрического поля прямой и отраженной сферических радиоволн равны по модулю; • напряженность электрического поля отраженной радиоволны в два раза превышает напряженность электрического поля падающей сферической волны; • напряженность электрического поля отраженной радиоволны не зависит от модуля напряженности электрического поля падающей сферической волны.
52.	<p>При отражении сферической волны от идеально гладкой проводящей поверхности коэффициент отражения в каждой точке поверхности равен</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1; • 2; • 0,5.
53.	<p>Явление, которое возникает в результате наложения (суперпозиции) радиоволн одинаковой частоты, приходящих в рассматриваемую точку, называется</p> <ul style="list-style-type: none"> • интерференцией; • рефракцией; • дифракцией.
54.	<p>Влияние земной поверхности на поле поднятых излучателей обусловлено</p> <ul style="list-style-type: none"> • дифракцией радиоволн вокруг поверхности Земли; • интерференцией отраженных от её поверхности радиоволн; • эффектом Фарадея.

55.	Интерференционное влияние поверхности Земли на диаграмму направленности (ДН) поднятых излучателей заключается в следующем: <ul style="list-style-type: none"> • ДН расширяется в обеих плоскостях, не меняя своей формы; • ДН носит многолепестковый характер; • влияние отсутствует.
56.	Интерференционное влияние поверхности Земли на диаграмму направленности (ДН) поднятых излучателей заключается в <ul style="list-style-type: none"> • расширении ДН в главных в плоскостях; • многолепестковом характере ДН; • появлении дифракционных максимумов излучения.
57.	Интерференционное влияние Земли на поле поднятых над её поверхностью горизонтального и вертикального диполей <ul style="list-style-type: none"> • примерно одинаково: диаграммы направленности обоих диполей носят многолепестковый характер; • разное: на поле излучения горизонтального диполя поверхность Земли влияния не оказывает.
58.	Поле излучения поднятого над поверхностью Земли излучателя <ul style="list-style-type: none"> • убывает быстрее, чем в свободном пространстве; • убывает медленнее, чем в свободном пространстве; • убывает с расстоянием также, как в свободном пространстве.
59.	Сферичность земной поверхности следует учитывать в интерференционных формулах, если <ul style="list-style-type: none"> • расстояние между передающей и приёмной антеннами очень велико и намного превышает расстояние прямой видимости; • расстояние между передающей и приёмной антеннами много меньше расстояния прямой видимости.
60.	Расстояние между передающей и приёмной антеннами, при котором соединяющая их прямая линия касается поверхности Земли между ними, называется <ul style="list-style-type: none"> • расстоянием прямой видимости; • областью применимости формулы Введенского; • длиной волны.

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

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

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала .

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в

рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

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

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

Структура предоставления лекционного материала:

- 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

<https://lms.guap.ru/new/course/view.php?id=247>).

Освоению лекционного курса может способствовать литература, размещенная в системе LMS <https://lms.guap.ru/new/course/view.php?id=247>:

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 А 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 А.

Номер раздела лекционного курса	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий	Названия разделов и номера страниц учебного пособия
1.	Введение. Тема 1. Предмет электродинамики,	п.1.1 Заряды, токи и векторы поля.

	<p>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>п.п.1.1.1 Заряды и токи.</p> <p>п.п.1.1.2 Электромагнетизм и электромагнитное поле. (с.22 – 26).</p> <p>п. 1.3 Свойства материальных сред.</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>Система уравнений электромагнитного поля.</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>	<p>п.1.2 Уравнения Максвелла</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 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. (с.27 – 35)</p> <p>п. 1.3 Свойства материальных сред.</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. (с.35 – 42)</p> <p>п.1.4 Поля на границах раздела сред.</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. (с.42 – 47)</p> <p>п.1.6 Система уравнений и задачи электродинамики.</p> <p>п.п.1.6.1 Система уравнений Максвелла.</p> <p>п.п.1.6.2 Задачи электродинамики классы электромагнитных явлений. (с.58 – 61)</p> <p>п. 3.0. Используемые математические понятия и символы.</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. (с.113 – 116)</p> <p>п.3.2 Гармонические колебания. Уравнения электродинамики в комплексной форме.</p> <p>п.п. 3.2.1 Уравнения Максвелла относительно комплексных амплитуд. (с.119 – 121)</p>
3.	<p>Закон сохранения энергии для электромагнитного поля.</p> <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>	<p>п. 1.5 Локализация и движение энергии поля.</p> <p>п.п. 1.5.1. Закон Джоуля-Ленца и превращение энергии.</p> <p>п.п. 1.5.2 Баланс энергии поля.</p> <p>п.п. 1.5.3 Энергия электромагнитного поля.</p> <p>п.п. 1.5.4 Локальный баланс и движение энергии. (с.49 – 57)</p> <p>п. 3.3 Баланс энергии при гармонических колебаниях.</p> <p>п.п. 3.3.1 Средние величины: энергия, мощность, поток энергии.</p> <p>п.п. 3.3.2 Средний баланс энергии. (с.123 -127)</p>
4.	<p>Волновые уравнения и электродинамические потенциалы.</p> <p>Тема 1. Волновые уравнения для векторов электромагнитного поля, уравнение Даламбера.</p> <p>Тема 2. Скалярный и векторный электродинамические потенциалы, волновые уравнения для</p>	<p>п.3.1 Уравнения электродинамики.</p> <p>п.п. 3.1.1 Система уравнений Максвелла. Источники поля.</p> <p>п.п. 3.1.2 Уравнения электродинамики второго порядка.</p> <p>п.п. 3.1.3 Потенциалы в</p>

	<p>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.</p>	<p>электродинамике. (с.116 – 119) п.3.2 Гармонические колебания. Уравнения электродинамики в комплексной форме п.п. 3.2.2 Уравнения электродинамики второго порядка в комплексной форме. (с.121 – 122) п.6.0 Используемые математические понятия и символы. 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)</p>
5.	<p>Основные методы и теоремы, используемые при решении задач электродинамики. Тема 1. Единственность решения задач электродинамики. Принцип суперпозиции для электромагнитных полей. Принцип перестановочной двойственности. Тема 2. Теорема взаимности. Тема 3. Два класса независимых решений уравнений Максвелла. Тема 4. Решение уравнений Максвелла при заданных источниках. Тема 5. Решение уравнений Максвелла для гармонических колебаний. Решение неоднородного волнового уравнения для электромагнитного поля в неограниченной однородной среде. Тема 6. Решение волнового уравнения методом разделения переменных. Тема 7. Решение волнового уравнения для области, ограниченной замкнутой поверхностью: скалярная формула Кирхгофа, векторный аналог формулы Кирхгофа. Тема 8. Теорема эквивалентности. Тема 9. Функция Грина. Тема 10. Приближенные методы решения задач электродинамики, выбор метода решения. Тема 11. Метод геометрической</p>	<p>п. 3.4 Общие свойства решений системы уравнений электродинамики в комплексной форме. п.п. 3.4.1 О единственности решений. п.п. 3.4.2 Принцип взаимности. п.п. 3.4.3 Перестановочная двойственность уравнений Максвелла. Магнитные токи. (с.128 – 134) п. 4.0 Общие сведения о волновых процессах. п.п. 4.0.4 Простейшие решения волновых уравнений. п. 4.1 Плоские однородные электромагнитные волны. п.п. 4.1.2 Простейшее решение уравнений электродинамики в комплексной форме. (с.135 – 142) п.7.0 Решение двумерного уравнения Гельмгольца методом разделения переменных. п.п.7.0.1 Задачи в декартовых координатах. (с. 223 -225) п.9.0 Предварительные математические сведения. п.п. 9.0.1 Интегрирование</p>

	<p>оптики. Тема 12. Принцип Гюйгенса-Френеля, метод волновой оптики, зоны Френеля.</p>	<p>неоднородного уравнения Гельмгольца. (с.318 – 319) п.10.1 Электродинамические задачи дифракции. п.п.10.1.1 Общие представления. Постановка задач. п.п.10.1.2 Приближенные подходы. Метод Гюйгенса-Кирхгофа. (с.343 – 347) п.10.2 Отверстие в экране. Дифракция Фраунгофера. п.п.10.2.1 Постановка задачи. Применение метода Гюйгенса-Кирхгофа. п.п.10.2.2 Анализ дифракции Фраунгофера. (с.347 – 353) п.10.3 Отверстие в экране. Дифракция Френеля. п.п.10.3.1 изменение условий наблюдения. п.п.10.3.2 Анализ дифракции Френеля. (с.453 – 361)</p>
<p>б.</p>	<p>Излучение электромагнитных волн Тема1. Основная задача теории излучения. Волновая поверхность, фронт волны, фазовая скорость, длина волны. Плоские и сферические волны. Тема 2. Поляризация электромагнитных волн, виды поляризации, условия и способы возбуждения электромагнитных волн с линейной, круговой и эллиптической поляризацией. Тема 3. Поле элементарного электрического диполя. Тема 4. Свойства поля элементарного электрического диполя; ближняя и дальняя зоны. Тема 5. Излучение электромагнитного поля электрическим диполем. Тема 6. Излучение элементарного магнитного диполя. Тема 7. Излучение элемента Гюйгенса.</p>	<p>п. 4.2. Поляризация и сложение поля п.п. 4.2.1 Понятие поляризации волны. (с.146 – 149) п.9.1 Излучение заданных источников. п.п. 9.1.1 Постановка и обсуждение задачи. п.п. 9.1.2 Анализ решений. (с.321 – 324) п.9.2 Элементарный электрический излучатель. Диполь Герца. 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) п. 9.3 Элементарный магнитный излучатель. п.п. 9.3.1 Постановка</p>

		<p>задачи.</p> <p>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 изучении и её решение.</p> <p>п.п. 9.4.2 Эквивалентные источники принцип Гюйгенса.</p> <p>п.п. 9.4.3 Элементы Гюйгенса. (с.336 – 343)</p>
7.	<p>Плоские электромагнитные волны</p> <p>Тема 1. Волновое уравнение для плоской волны. Плоские электромагнитные волны в различных изотропных средах (диэлектрике, полупроводящей среде, проводнике).</p>	<p>п. 4.1 Плоские однородные электромагнитные волны.</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. (с.135 – 146)</p> <p>п. 4.3 Дисперсия, разные оценки скорости.</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. (с.149 – 152)</p>
8.	<p>Направляемые электромагнитные волны и направляющие системы</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>п.5.3 Полное отражение и направляемые волны.</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. (с.172 – 184)</p> <p>п. 7.1 Прямоугольный волновод.</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. (с.231 – 243)</p> <p>п.7.2 Другие полые волноводы.</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. (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. (с.257 – 263)</p>
9.	<p>Статические и стационарные поля</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>п.2.1. Стационарное поле, электростатика и магнитостатика.</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>
10.	<p>Распространение электромагнитных волн в свободном пространстве.</p> <p>Тема 1. Типы радиолиний.</p> <p>Тема 2. Распространение радиоволн в свободном пространстве.</p>	<p>п.15.1 Общие представления</p> <p>п.п.15.1.1 Радиоволны.</p> <p>п.п.15.1.2 Роль антенн (с.467 – 472)</p>
11.	<p>Строение и электрические параметры атмосферы Земли.</p> <p>Тема 1. Строение атмосферы.</p> <p>Тема 2. Химический состав атмосферы, распределение электронов в атмосфере, температурное распределение в атмосфере.</p> <p>Тема 3.. Явления, связанные с прохождением радиоволн через атмосферу.</p> <p>Тема 4. Диэлектрическая проницаемость и индекс преломления тропосферы.</p>	<p>п.15.1 Общие представления</p> <p>п.п.15.1.3 Основные факторы распространения радиоволн (с.470 – 472)</p>
12.	<p>Особенности распространения радиоволн в условиях влияния атмосферы и земной поверхности.</p> <p>Тема 1. Особенности распространения радиоволн в условиях влияния атмосферы и земной поверхности.</p> <p>Тема 2. Классификация радиоволн.</p>	<p>п.15.1 Общие представления</p> <p>п.п.15.1.1 Радиоволны.</p> <p>п.п.15.1.3 Основные факторы распространения радиоволн (с.470 – 472)</p>
13	<p>Влияние Земли на распространение радиоволн при поднятых излучателях.</p>	<p>п. 15.2 Геометрическая оптика и теория дифракции при анализе распространения радиоволн</p>

	<p>Тема 1. Электрические параметры верхних слоев Земли.</p> <p>Тема 2. Коэффициенты отражения радиоволн от земной поверхности.</p> <p>Тема 3. Критерий Релея при отражении радиоволн от земной поверхности.</p> <p>Тема 4. Зоны Френеля при отражении радиоволн от земной поверхности.</p> <p>Тема 5. Рассеяние радиоволн неровными поверхностями.</p> <p>Тема 6. Методы решения задач рассеяния радиоволн статистически неровными поверхностями.</p> <p>Тема 7. Коэффициенты рассеяния радиоволн статистически неровной поверхностью в зеркальном направлении.</p> <p>Тема 8. Отражение сферической радиоволны от плоской поверхности Земли.</p> <p>Тема 9. Поле излучателей, поднятых над плоской поверхностью Земли.</p>	<p>п.п.15.2.1 О возможностях постановки электродинамической задачи (с. 472 - 474).</p> <p>п.п.15.2.2 Оценка неровностей земной поверхности (с. 474 – 475).</p> <p>п.п.15.2.3 Доминантная область радиолинии (с.475 – 478).</p>
14.	<p>Влияние Земли на распространение радиоволн при расположении излучателей вблизи ее поверхности.</p> <p>Тема 1. Структура поля вблизи полупроводящей плоской однородной поверхности.</p> <p>Тема 2. Напряженность поля электрического диполя, расположенного вблизи плоской поверхности Земли.</p> <p>Тема 3. Распространение радиоволн над сферической поверхностью Земли.</p>	<p>п. 15.3 Земные волны</p> <p>п.п.15.3.1. Лучевая модель радиолинии (с.478 – 481).</p>
15.	<p>Распространение радиоволн в атмосфере.</p> <p>Тема 1. Рефракция радиоволн в неоднородной тропосфере.</p> <p>Тема 2. Траектория радиоволн в ионосфере.</p> <p>Тема 3 Критические и максимальные частоты.</p> <p>Тема 4. Фазовая и групповая скорости распространения радиоволн в ионосфере.</p> <p>Тема 5. Влияние магнитного поля Земли на распространение радиоволн в ионосфере.</p>	<p>п. 15.4 Влияние тропосферы</p> <p>п.п.15.4.1 Общие свойства тропосферы (с.485 – 486).</p> <p>п.п.15.4.2 Тропосферная рефракция (с.486 – 488).</p> <p>п.п.15.5.2 Ионосферная рефракция (с.492 – 495).</p>
16.	<p>Распространение УКВ на линиях Земля – Земля, Земля – воздух.</p> <p>Тема 1. Области применения УКВ.</p> <p>Тема 2. Характеристики рассеивающих</p>	<p>п. 15.4 Влияние тропосферы</p> <p>п.п.15.4.1 Общие свойства тропосферы (с.485 – 486).</p> <p>п.п.15.4.2 Тропосферная</p>

	<p>свойств объектов.</p> <p>Тема 3. Основное уравнение радиолокации.</p> <p>Тема 4. Влияние отражений радиоволн от поверхности Земли на дальность обнаружения объекта.</p> <p>Тема 5. Влияние отражений радиоволн от земной поверхности на точность измерения координат угла места.</p> <p>Тема 6. Распространение УКВ в пределах прямой видимости с учетом рефракции.</p> <p>Тема 7. Распространение УКВ на закрытых трассах.</p> <p>Тема 8. Дальнее тропосферное распространение УКВ.</p> <p>Тема 9. Распространение УКВ в тропосферных волноводах.</p> <p>Тема 10. Распространение УКВ путем рассеяния на неоднородностях ионосферы.</p>	<p>рефракция (с.486 – 488).</p> <p>п.п.15.4.3 Рассеяние и поглощение радиоволн в тропосфере (с.488 – 490).</p>
17.	<p>Распространение УКВ на линии Земля – Космос.</p> <p>Тема 1. Ослабление УКВ на линии Земля – Космос. Замирания.</p> <p>Тема 2. Помехи радиоприему.</p> <p>Тема 3. Оптимальные частоты радиосвязи на линии Земля – Космос.</p>	<p>п.15.5 Радиоволны в ионосфере</p> <p>п.п.15.5.1 Общие свойства ионосферы (с.490 – 492).</p> <p>п.п.15.5.2 Ионосферная рефракция (с.492 – 495).</p> <p>п.п.15.5.3 Дисперсия и поглощение радиоволн (с.495 – 497).</p> <p>п.п.15.6.5 О космической радиосвязи (с.504 – 505).</p> <p>п.п.15.6.6 О помехах при работе радиолиний и электромагнитной совместимости (с.505 – 506).</p>
18.	<p>Особенности распространения сантиметровых, миллиметровых и оптических радиоволн в тропосфере.</p> <p>Тема 1. Ослабление электромагнитных волн в тропосфере.</p> <p>Тема 2. Ослабление электромагнитных волн в атмосферных гидрометеорообразованиях.</p>	<p>п. 15.6</p> <p>п.п.15.6.4 Ультракороткие волны (с.503 – 504).</p>

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 проходит 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 Б представлен перечень методических указаний к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Электродинамика и распространение радиоволн».

Таблица Б – 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.-Петербург. 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
621 И 88	Исследование дифракции электромагнитных волн на отверстии и цилиндре : методические указания к выполнению лабораторной работы / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост.: Л. А. Федорова, Н. А. Гладкий. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2010. - 30 с. : граф., рис. - Библиогр.: с. 29 (3 назв.).	123 Фонд учебного корпуса (Гастелло) 11 Студ.отдел (БМ)
537(ГУАП) И88	Исследование поляризационных характеристик электромагнитных волн [Текст] : методические указания к выполнению лабораторной работы / С.-Петербург. 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.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; Сост. В. С. Калашников. - СПб. : Изд-во ГААП, 2003. - 25 с. : табл., граф.	9 Студ.отдел (БМ)
26-24 И 88	Исследование структуры электромагнитного поля над проводящей плоской поверхностью [Текст] : методические указания к выполнению лабораторных работ / Ленингр. ин-т авиац. приборостроения ; Ленингр. ин-т авиац. приборостроения. - СПб. : [б. и.], 1998. - 28 с. : рис. - Библиогр.: с. 28 (6 назв.).	24 Студ.отдел (БМ)
26-10 М54	Методическая разработка к выполнению лабораторной работы "Исследование дисперсии и затухания	5 Фонд учебного корпуса (Гастелло)

	волн в волноводе прямоугольного сечения" [Текст] : лабораторная работа / Ленингр. ин-т авиац. приборостроения ; Сост. Л. А. Федорова; Ред. Б. Т. Никитин. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2005. - 21 с. : табл., рис.	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.

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.

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 и распространение радиоволн» предложены следующие темы, представленные в таблице В.

Таблица В - Темы теоретического материала для самостоятельного изучения

№ п/п	Темы на самостоятельное изучение
Раздел 5. Основные методы и теоремы, используемые при решении задач	

электродинамики	
1.	Дифракция электромагнитных волн на различного рода препятствиях, основы методов решения задач дифракции.
2.	Метод краевых волн в теории дифракции.
3.	Рефракция электромагнитных волн.
Раздел 6. Излучение электромагнитных волн.	
1.	Поле точечного изотропного источника.
Раздел 7. Плоские электромагнитные волны.	
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.
Раздел 8. Направляемые электромагнитные волны и направляющие системы.	
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.
Раздел 9. Статические и стационарные поля.	
1.	Электростатическое поле точечных зарядов и диполя.
2.	Метод зеркальных изображений.
3.	Энергия электростатического поля.
4.	Энергия стационарного магнитного поля.

В таблице Г 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 Г.

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

	<p>дифракции. Тема 3. Рефракция электромагнитных волн.</p>	<p>п.10.2 Отверстие в экране. Дифракция Фраунгофера. п.п.10.2.1 Постановка задачи. Применение метода Гюйгенса-Кирхгофа. п.п.10.2.2 Анализ дифракции Фраунгофера. (с.347 – 353) п.10.3 Отверстие в экране. Дифракция Френеля. п.п.10.3.1 изменение условий наблюдения. п.п.10.3.2 Анализ дифракции Френеля. (с.453 – 361) п.10.5 Дифракция на цилиндре. 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>Излучение электромагнитных волн. Тема 1. Поле точечного изотропного источника.</p>	<p>п.9.0 Предварительные математические сведения. п.п. 9.0.1 Интегрирование неоднородного уравнения Гельмгольца. п.п. 9.0.2 Условие излучения. (с.318 – 321) п.9.1 Излучение заданных источников. п.п. 9.1.1 Постановка и обсуждение задачи. п.п. 9.1.2 Анализ решений. (с.321 – 324)</p>
7.	<p>Плоские электромагнитные волны. 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>п.5.1 Отражение и преломление. 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) п. 5.2 Поля при падении волны на границу раздела сред. п.п.5.2.1 случай нормального</p>

		<p>падения. п.п.5.2.2 Наклонное падение. Формулы Френеля. п.п.5.2.3 Полное электромагнитное поле. (с.162 – 171)</p>
8.	<p>Направляемые электромагнитные волны и направляющие системы Тема 1. Дисперсия электромагнитных волн в волноводе. Тема 2. Возбуждение и связь волноводов. Тема 3. Замедляющие системы. Тема 4. Резонаторы. Возбуждение волн в направляющих системах и резонаторах. Тема 5. Элементы направляющих систем и трактов СВЧ.</p>	<p>п. 4.3 Диперсия, разные оценки скорости. п.п. 4.3.1 Общее представление о дисперсии сред и распространении сигналов. п.п. 4.3.2 Анализ слабой дисперсии: групповая скорость волнового процесса. (с.149 – 152) п.6.3 Периодические структуры. п.п.6.3.1 Постановка задачи. Общие сведения о волновых процессах. п.п.6.3.2 Частые периодические структуры: импедансные поверхности. (с.212- 215) п.6.4 Передача и потери энергии в структурах п.п.6.4.1 Передаваемая мощность и погонные потери. п.п.6.4.2 Затухание в продольно-однородных структурах: энергетический анализ. п.п.6.4.3 Аналитическое определение коэффициента затухания. (с.216 – 222) п.7.4 Диэлектрические волноводы и родственные структуры. п.п. 7.4.1 Типы структур с диэлектрическими элементами. п.п. 7.4.2 Круглый диэлектрический волновод. (с.263 – 269) п.7.5 Полосковые, щелевые и другие планарные структуры. п.п. 7.5.1 Типы планарных структур. О развитии линий передачи. п.п. 7.5.2 Волновые процессы в планарных структурах. (с.276 – 281) п.8.1 Общая теория электромагнитных резонаторов.</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>п.8.2 Полые резонаторы.</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>п.11.1 Вынужденные колебания. Излучение в полости.</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>п.11.2 Вынужденные волны. Излучение в волноводе.</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>Статические и стационарные поля.</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>п.2.1. Стационарное поле, электростатика и магнитостатика.</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>п.2.2 Электростатические поля.</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>п.2.3 стационарные магнитные поля. п.п. 2.3.1 Основные уравнения и закон Био-Савара. п.п. 2.3.2 Потенциалы в теории стационарного магнитного поля. (с.88 – 91)</p> <p>п.2.4 Энергия стационарных полей и их общие свойства. п.п. 2.4.1 Электрическая энергия и заряд. п.п. 2.4.2 Магнитная энергия. Индуктивность. п.п. 2.4.3 Общие свойства стационарного электромагнитного поля. 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.

Обязательно для заполнения преподавателем: указываются требования и методы проведения текущего контроля успеваемости, а также как результаты текущего контроля успеваемости будут учитываться при проведении промежуточной аттестации.

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».

Тестирование проводится в два этапа: в середине и в конце семестра (на зачётной неделе).

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Таким образом, итоговая оценка знаний обучающегося по дисциплине «Электродинамика и распространение радиоволн», складывается из оценок, полученных

- за посещаемость лекционных и лабораторных занятий;
- в ходе выполнения всех предусмотренных настоящей рабочей программой лабораторных работ и их успешную защиту;
- в ходе выполнения самостоятельной работы (перечень тем приведен в **таблице 21** настоящей рабочей программы);
- при **промежуточном тестировании** (проводится в середине семестра по материалам лекционного курса, перечень вопросов приведен в **таблице 19** настоящей рабочей программы);
- при **итоговом тестировании** (проводится после ознакомления с лекционным курсом на зачётной неделе, перечень вопросов приведен в **таблице 19** настоящей рабочей программы);
- на **экзамене**.

Оценки выставляются по 5-бальной шкале (см. табл. 15). Итоговая оценка, формирующаяся на основе указанных средств контроля за успеваемостью, выставляется также по 5-бальной шкале.

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