

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

Кафедра № 3

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

проф., д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

А.В. Копыльцов

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«24» июня 2021 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электродинамика»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	03.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Прикладные математика и физика
Наименование направленности	Прикладная физика опто- и нанотехнологий
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург– 2021

Лист согласования рабочей программы дисциплины

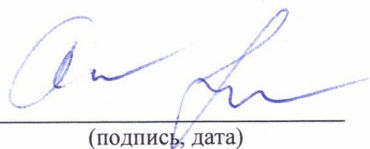
Программу составил (а)

доц., к.т.н., доц.

доц., к.п.н.

(должность, уч. степень, звание)

20.05.2021



(подпись, дата)

И.П. Крехтунова

М.О. Первушина

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 3

«26» мая 2021 г, протокол № 9

Заведующий кафедрой № 3

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)



31.05.2021

(подпись, дата)

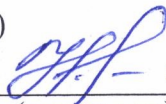
А.В. Копыльцов

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 03.03.01(01)

доц., к.ф.-м.н.

(должность, уч. степень, звание)



31.05.2021

(подпись, дата)

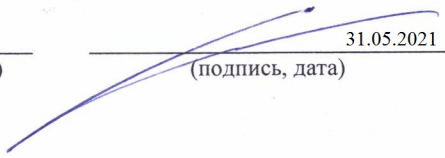
Ю.А. Новикова

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



31.05.2021

(подпись, дата)

М.С. Смирнова

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Электродинамика» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 03.03.01 «Прикладные математика и физика» направленности «Прикладная физика опто- и нанотехнологий». Дисциплина реализуется кафедрой «№3».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-2 «Способен участвовать в работах по постановке и анализу задач моделирования наукоемкой продукции и процессов ее изготовления с использованием современных квантовых, лазерных и информационных технологий»

ПК-3 «Способен проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с электромагнитными полями, их возникновением, особенностями расчета и распространения в различных средах.

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

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

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

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цель преподавания дисциплины - формирование у студентов знаний об основных уравнениях электромагнитного поля и методах их использования при расчетах простейших структур для излучения электромагнитных волн, условиях распространения радиоволн в различных средах, свойствах и методах построения основных типов линий передачи, волноводов и резонаторов.

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-2 Способен участвовать в работах по постановке и анализу задач моделирования наукоемкой продукции и процессов ее изготовления с использованием современных квантовых, лазерных и информационных технологий	ПК-2.3.1 знать актуальную нормативную документацию в области исследования; математические методы разработки моделей ПК-2.У.1 уметь ставить и анализировать задачи моделирования объектов и процессов ПК-2.В.1 владеть современными квантовыми, лазерными и информационными технологиями разработки моделей
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций	ПК-3.3.1 знать методы планирования эксперимента; методы сбора и обработки данных при проведении исследований ПК-3.У.1 уметь проводить эксперимент по заданным методикам; использовать компьютерные методы обработки результатов эксперимента ПК-3.В.1 владеть навыками составления научных обзоров

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- « Автоматизация управления физическим экспериментом »>,
- « Вакуумная техника »>,
- « Дискретная математика »>,
- « Дифференциальные уравнения »>,
- « Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра »>,
- « Математика. Математический анализ »>,
- « Математика. Теория вероятностей и математическая статистика »>,
- « Физика »>,
- « Электроника »>,
- « Электротехника »>,

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

- « Физика лазеров »>,
- « Физика твердого тела »>,
- « Физика тонких пленок »>,
- « Экспериментальные методы оптики »>,

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
		№6
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	34	34
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	57	57
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Зачет	Зачет

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 6					
Раздел 1. Система уравнений Максвелла.	2	4	0		7
Раздел 2. Плоские однородные волны в неограниченных средах.	2	2	5		7
Раздел 3. Поля и волны на границе раздела сред.	2	2	3		7
Раздел 4. Электромагнитные волны в направляющих устройствах.	2	3	4		7
Раздел 5. Электромагнитные резонаторы.	3	2	3		8
Раздел 6. Волны в анизотропных средах.	2	0	0		7
Раздел 7. Излучение электромагнитных волн.	2	2	2		7
Раздел 8. Распространение радиоволн.	2	2	0		7
Итого в семестре:	17	17	17		57
Итого	17	17	17	0	57

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

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Раздел 1. Система уравнений Максвелла. Система уравнений Максвелла в дифференциальной и интегральной формах. Классификация электромагнитных явлений. Уравнения Максвелла в комплексной форме.
2	Раздел 2. Плоские однородные волны в неограниченных средах. Волновые уравнения. Понятия поляризации, волнового фронта, коэффициента распространения, фазовой скорости, длины волны, волнового сопротивления среды. ТЕМ-волны. Волны в свободном пространстве, в среде без потерь, в проводящей среде, в плазме. Энергетические характеристики поля. Закон сохранения электромагнитной энергии. Энергия монохроматической электромагнитной волны. Энергетическая скорость.
3	Раздел 3. Поля и волны на границе раздела сред. Граничные условия для нормальных и тангенциальных составляющих векторов поля. Граничные условия в частных случаях: для электростатического поля; у поверхности идеального и реального проводников. Отражение и преломление волн на границе раздела сред. Законы

	Снеллиуса, формулы Френеля, явления полного прохождения и полного внутреннего отражения. Аналитические и численные методы решения граничных задач.
4	Раздел 4. Электромагнитные волны в направляющих устройствах. Понятие и классификация направляемых волн. Металлический волновод. Концепция Бриллюэна. Критическая частота. Фазовая и энергетическая скорости волны. Волны типов Е и Н в прямоугольном и круглом волноводах. Расчет параметров волнопроводов. Возбуждение волн в волноводах. Режимы работы линии передачи. Коаксиальные линии. Полосковые линии. Диэлектрические волноводы.
5	Раздел 5. Электромагнитные резонаторы. Виды электромагнитных резонаторов. Электромагнитные колебания в объемных резонаторах. Прямоугольный и цилиндрический объемные резонаторы. Добротность резонатора. Области применения резонаторов.
6	Раздел 6. Волны в анизотропных средах. Распространение электромагнитных волн в анизотропных средах. Гиротропия намагниченной плазмы и феррита. Тензор магнитной проницаемости ферромагнетика. Продольное и поперечное распространение электромагнитных волн в гиротропной среде. Эффект Фарадея. Эффект Коттона.
7	Раздел 7. Излучение электромагнитных волн. Элементарный электрический излучатель. Поле в ближней и дальней зонах. Диаграмма направленности. Принцип перестановочной двойственности. Элементарный магнитный излучатель. Малая рамочная антенна. Щель в металлическом экране. Дифракция волн. Голография
8	Раздел 8. Распространение радиоволн. Расчет радиотрассы в свободном пространстве. Влияние земной поверхности на распространение радиоволн. Свойства земной поверхности. Поглощение радиоволн земной поверхностью. Отражение радиоволн от земной поверхности. Интерференция в точке приема прямой и отраженной от поверхности земли волн. Учет кривизны земной поверхности и неровности рельефа местности. Область пространства, существенная для распространения радиоволн. Открытые, полуоткрытые и закрытые радиотрассы. Влияние атмосферы Земли на распространение

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 6					
1	Десятичная классификация диапазонов радиоволн	Работа в аудитории	2	0.5	1
2	Элементы векторного анализа. Интегральные и дифференциальные уравнения электромагнетизма	Работа в аудитории	2	0.5	1
3	Электромагнитные волны в неограниченных средах	Работа в аудитории	2	0.5	2
4	Поля и волны на границе раздела сред	Работа в аудитории	2	0.5	3
5	Электромагнитные волны основного и высших типов в волноведущих структурах	Работа в аудитории	3	0.5	4
6	Колебания в прямоугольном и цилиндрическом объемных резонаторах	Работа в аудитории	2	0.5	5
7	Режимы работы линии передачи	Работа в аудитории	2	0.5	7
8	Элементарные электрический и магнитный излучатели	Работа в аудитории	2	0.5	8
Всего			17		

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 6				
1	Прямоугольный металлический волновод	3	3	2

2	Элементы волноводного тракта. Режимы работы линии передач	3	3	3
3	Цилиндрический объёмный резонатор	3	3	5
4	Расчет параметров и характеристик волн в неограниченной среде	2	2	2
5	Расчет технических параметров и характеристик прямоугольного и круглого металлических волноводов	2	2	4
6	Расчет технических параметров и характеристик коаксиального кабеля	2	2	4
7	Расчет технических параметров и характеристик несимметричных полосковых и щелевых линий	2	2	7
Всего		17		

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 6, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	20	20
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)	9	9
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	18	18
Всего:	57	57

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)
1	Муромцев, Д.Ю. Электродинамика и распространение радиоволн. [Электронный ресурс] / Д.Ю. Муромцев, Ю.Т. Зырянов, П.А. Федюнин, О.А. Белоусов. – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2014. – 448 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/50680 .	ЭБ
2	Григорьев, А.Д. Электродинамика и микроволновая техника: Учебник. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2007. – 704 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/118	ЭБ
3	Карлинер М.М. Электродинамика СВЧ: Курс лекций. - Новосибирск: НГУ, 2006. - 258 с. http://window.edu.ru/resource/238/28238	ЭБ
4	Электродинамика: Учебное пособие / И.Ф. Будагян, В.Ф. Дубровин, А.С. Сигов. - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 304 с. http://znanium.com/bookread2.php?book=391337	ЭБ
5	Малков Н.А., Барышев Г.А. Основы технической электродинамики. Учебное пособие. - Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2003. - 128 с. http://window.edu.ru/resource/746/21746	ЭБ
6	Родос Л.Я. Электродинамика и распространение радиоволн (распространение радиоволн): Учебно-методический комплекс (учебное пособие). - СПб.: Изд-во СЗТУ, 2007. - 90 с. http://window.edu.ru/resource/560/40560	ЭБ
7	Нефедов Е. И. Взаимодействие физических полей с биологическими объектами (с основами проектирования...) / Е.И. Нефедов, Т.И. Субботина, А.А. Яшин. – М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 344 с. – Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=542144 .	ЭБ

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://lib.aanet.ru/	Библиотека ГУАП
http://lms.guap.ru	Физика 1
http://lms.guap.ru	Физика 2
http://lms.guap.ru	Физика 3

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	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования	196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №32-02
2	Учебная аудитория для практических занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; лабораторное оборудование (лабораторный комплекс ЛКК-2М №36 и №37 (НТЦ «Владис», г. Москва); лабораторные стенды И-АЧТ-ПО, УИС-АВ-ДР, УИС-АВ-УСП-ПО (ООО Профобразование, г. Казань); установки ФПК-03, ФПК-05, ФПК-10 (НПП «Учебная техника», г. Москва))	196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №32-03

<p>Учебная аудитория для лабораторных занятий. Оснащение: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; лабораторное оборудование (модульные лабораторные установки по электромагнетизму: ФПЭ – 03, ФПЭ – 07, ФПЭ – 05, ФПЭ – 08, ФПЭ – 11, ФПЭ – 12, ФПЭ – 04 (ООО «Интос» г. Москва); микросистемы; лабораторные работы по волновой оптике: 1.Бипризма Френеля, 2.Кольца Ньютона, 3.Дифракция плоских волн, 4.Дифракционная решетка, 5.Поляризация света, 6.Определение длин волн спектральных линий; лабораторный стенд ИТЗ-ЭМ-П-ПО (ООО «Профобразование» г.Казань))</p>	<p>196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №32-04</p>
--	--

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
Зачет	Список вопросов; 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.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«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; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

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 / дифференцированного зачета.	Код индикатора
1	Система уравнений Максвелла в дифференциальной и интегральной формах.	ПК-2. 3.1 ПК-2. У.1 ПК-2. В.1
2	Классификация электромагнитных явлений.	ПК-3. 3.1 ПК-3. В.1 ПК-3. У.1
3	Уравнения Максвелла в комплексной форме.	ПК-2. 3.1
4	Волновые уравнения.	ПК-3. 3.1
5	Понятия поляризации, волнового фронта, коэффициента распространения, фазовой скорости, длины волны, волнового сопротивления среды.	ПК-2. 3.1 ПК-2. У.1 ПК-2. В.1
6	Распространение сверхдлинных и длинных, средних и коротких радиоволн.	ПК-3. 3.1 ПК-3. В.1 ПК-3. У.1
7	Энергетические характеристики поля.	ПК-2. 3.1
8	Закон сохранения электромагнитной энергии.	ПК-2. 3.1
9	Энергия монохроматической электромагнитной волны.	ПК-2. 3.1
10	Граничные условия для нормальных и тангенциальных составляющих векторов поля.	ПК-3. 3.1

11	Граничные условия в частных случаях: для электростатического поля; у поверхности идеального и реального проводников.	ПК-2. 3.1
12	Отражение и преломление волн на границе раздела сред.	ПК-2. 3.1
13	Законы Снеллиуса.	ПК-2. 3.1
14	Формулы Френеля.	ПК-3. 3.1
15	Явления полного прохождения и полного внутреннего отражения.	ПК-3. 3.1
16	Понятие и классификация направляемых волн.	ПК-3. 3.1
17	Металлический волновод.	ПК-3. 3.1
18	Концепция Бриллюэна.	ПК-3. 3.1
19	Волны типов Е и Н в прямоугольном и круглом волноводах.	ПК-2. 3.1
20	Расчет параметров волноводов.	ПК-2. 3.1
21	Возбуждение волн в волноводах.	ПК-2. 3.1
22	Режимы работы линии передачи.	ПК-2. 3.1 ПК-2. У.1 ПК-2. В.1
23	Коаксиальные линии.	ПК-2. 3.1 ПК-2. У.1 ПК-2. В.1
24	Полосковые линии.	ПК-3. 3.1 ПК-3. В.1 ПК-3. У.1
25	Диэлектрические волноводы.	ПК-3. 3.1 ПК-3. В.1 ПК-3. У.1
26	Виды электромагнитных резонаторов.	ПК-2. 3.1
27	Электромагнитные колебания в объемных резонаторах.	ПК-2. 3.1
28	Прямоугольный и цилиндрический объемные резонаторы.	ПК-2. 3.1
29	Области применения резонаторов.	ПК-3. 3.1
30	Распространение электромагнитных волн в анизотропных средах.	ПК-3. 3.1
31	Гиротропия намагниченной плазмы и феррита.	ПК-3. 3.1
32	Тензор магнитной проницаемости ферромагнетика.	ПК-2. 3.1
33	Продольное и поперечное распространение электромагнитных волн в гиротропной среде.	ПК-2. 3.1
34	Эффект Фарадея.	ПК-2. 3.1
35	Эффект Коттона.	ПК-2. 3.1
36	Элементарный электрический излучатель.	ПК-2. 3.1
37	Диаграмма направленности.	ПК-2. 3.1
38	Принцип перестановочной двойственности.	ПК-2. 3.1

39	Элементарный магнитный излучатель.	ПК-2. 3.1
40	Малая рамочная антенна.	ПК-3. 3.1 ПК-3. В.1 ПК-3. У.1
41	Дифракция волн.	ПК-2. 3.1
42	Голография.	ПК-3. 3.1 ПК-3. В.1 ПК-3. У.1
43	Влияние земной поверхности на распространение радиоволн.	ПК-2. 3.1 ПК-2. У.1 ПК-2. В.1
44	Поглощение радиоволн земной поверхностью.	ПК-2. 3.1 ПК-2. У.1 ПК-2. В.1
45	Отражение радиоволн от земной поверхности.	ПК-3. 3.1 ПК-3. В.1 ПК-3. У.1
46	Интерференция в точке приема прямой и отраженной от поверхности земли волн.	ПК-2. 3.1 ПК-2. У.1 ПК-2. В.1
47	Открытые, полуоткрытые и закрытые радиотрассы.	ПК-3. 3.1 ПК-3. В.1 ПК-3. У.1
48	Влияние атмосферы Земли на распространение радиоволн.	ПК-3. 3.1 ПК-3. В.1 ПК-3. У.1

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

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

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

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

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	Явление огибания радиоволнами препятствий называют: 1. дифракцией; 2. рефракцией; 3. интерференцией; 4. нет правильного ответа.	ПК-2. 3.1
2	Длина волны – это: 1. отношение частоты радиосигнала к скорости распространения волны; 2. отношение расстояния, пройденного радиоволной к частоте сигнала; 3. отношение скорости распространения к частоте радиосигнала; 4. отношение напряжения сигнала к частоте;	ПК-2. 3.1

	5. нет правильного ответа.	
3	Интерференцией называют явление... 1. отражения сигнала от поверхности воды; 2. огибания сигналом поверхности Земли; 3. наложения двух волновых процессов с образованием максимумов и минимумов; 4. постепенного преломления сигнала из-за неоднородности среды 5. нет правильного ответа.	ПК-3. 3.1
4	Волновое сопротивление свободного пространства равно: 1. 0; 2. 1 Ом; 3. ∞ ; 4. 377 Ом; 5. нет правильного ответа.	ПК-3. 3.1
5	Явление постепенного преломления лучей из-за неоднородности среды называют 1. дифракцией; 2. рефракцией; 3. интерференцией; 4. отражением; 5. нет правильного ответа.	ПК-3. 3.1
6	Укажите размерность напряженности электрического поля радиоволны: 1. В/м; 2. В/м ² ; 3. В* м; 4. В* м ² ; 5. нет правильного ответа.	
7	В фидере, идеально согласованном с передающей антенной, значение коэффициента стоячей волны равно: 1. 0; 2. 1,0; 3. 2,0; 4. ∞ ; 5. нет правильного ответа.	ПК-2. 3.1 ПК-2. У.1 ПК-2. В.1
8	Для расчета коэффициента стоячей волны в фидере, подключенном к передающей антенне, необходимо знать: 1. характеристику направленности; 2. вид поляризации излучаемых радиоволн; 3. коэффициент полезного действия антенны; 4. входное сопротивление антенны; 5. нет правильного ответа.	ПК-2. 3.1 ПК-2. У.1 ПК-2. В.1
9	Напряжения на выходе детектора волноводной измерительной линии равны: в максимуме 8 мВ, в минимуме 2 мВ. Значение КСВ в линии равно: 1. 4; 2. 0,25; 3. 2; 4. 0,5; 5. нет правильного ответа.	ПК-2. 3.1
10	В дальней зоне напряженность электрического поля излучения	ПК-2. 3.1

	<p>элементарного электрического излучателя с ростом расстояния:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. убывает и обратно пропорциональна расстоянию; 2. убывает и обратно пропорциональна квадрату расстояния; 3. не изменяется; 4. нет правильного ответа. 	
11	<p>Причиной атмосферной рефракции является зависимость:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. показателя преломления атмосферы от частоты волны; 2. показателя преломления атмосферы от высоты; 3. фазовой скорости волны от частоты; 4. коэффициента затухания волны от частоты; 5. нет правильного ответа. 	<p>ПК-3. 3.1 ПК-3. В.1 ПК-3. У.1</p>
12	<p>Причиной частотной дисперсии является зависимость:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. коэффициента затухания волны от частоты; 2. показателя преломления атмосферы от высоты; 3. фазовой скорости волны от частоты; 4. нет правильного ответа. 	<p>ПК-3. 3.1 ПК-3. В.1 ПК-3. У.1</p>
13	<p>Нижняя граница ионосферы находится на высоте:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 15 км; 2. 30 км; 3. 60 км; 4. 200 км; 5. нет правильного ответа. 	<p>ПК-2. 3.1 ПК-2. У.1 ПК-2. В.1</p>
14	<p>Наибольшая концентрация электронов в ионосфере, как правило, имеет место на высоте примерно:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 60 ...100 км; 2. 100...150 км; 3. 200... 400 км. 4. 500 ...750 км; 5. нет правильного ответа. 	<p>ПК-2. 3.1</p>
15	<p>Радиус геостационарной орбиты космических аппаратов равен:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 12 тысяч км; 2. 42 тысячи км; 3. 36 тысяч км; 4. 24 тысячи км; 5. нет правильного ответа. 	<p>ПК-3. 3.1 ПК-3. В.1 ПК-3. У.1</p>
16	<p>Укажите размерность абсолютной диэлектрической проницаемости среды:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ф; 2. Гн/м; 3. Кл/м; 4. Ф/м; 5. нет правильного ответа. 	<p>ПК-3. 3.1</p>
17	<p>Укажите размерность абсолютной магнитной проницаемости среды:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Гн/м; 2. Кл/м; 3. Ф/м; 4. В/м; 5. нет правильного ответа. 	<p>ПК-3. 3.1</p>
18	<p>Укажите размерность электрической индукции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ф/м; 2. Кл/м²; 	<p>ПК-3. 3.1</p>

	3. Кл/м; 4. В/м; 5. нет правильного ответа.	
19	Как изменяется глубина проникновения поля в проводящую среду с ростом частоты: 1. увеличивается и пропорциональна корню квадратному из частоты; 2. увеличивается и пропорциональна частоте; 3. уменьшается и обратно пропорциональна корню квадратному из частоты; 4. уменьшается и обратно пропорциональна частоте; 5. нет правильного ответа.	ПК-2. 3.1
20	Нижняя граница ионосферы находится на высоте: 1. 15 км; 2. 30 км; 3. 60 км; 4. 200 км; 5. нет правильного ответа.	ПК-2. 3.1 ПК-2. У.1 ПК-2. В.1

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

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

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Формирование конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; отмечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Уточнить термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников. Обозначить вопросы, термины, материал, вызывающий затруднения, попробовать найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, сформулировать вопросы на консультации.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, самостоятельного мышления.

Структура предоставления лекционного материала:

слайд-презентация _____;

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

Результаты подготовки к занятию должны быть зафиксированы на бумажном носителе или в электронном виде. Решение многокомпонентных задач графического и вычислительного характера должно осуществляться с помощью ПК.

11.3. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

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

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

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

Задание и требования к проведению лабораторных работ определены в учебных пособиях, имеющихся в библиотеке ГУАП в печатном и электронном виде:

1. Механика. Колебания и волны. Молекулярная физика. Лабораторный практикум //И.И. Коваленко, Н.П. Лавровская, Н.Н. Литвинова, Г.Л. Плехоткина, Д.Е. Погарев, В.К. Прилипко, Ю.Н. Царев, Б.Ф. Шифрин, 2014, 132 с.

2. Электричество и магнетизм. Лабораторный практикум // Е.Н. Котликов, С.Я. Щербак, И.И. Коваленко, Ю.А. Кузнецов, М.Н. Кульбицкая, Н.П. Лавровская, Н.Н. Литвинова, Г.Л. Плехоткина, В.К. Прилипко, Е.В. Рутьков, Ю.Н. Царев, Б.Ф. Шифрин, 2010, 84 с.

3. Волновая оптика Лабораторный практикум // Е.Н. Котликов, И.П. Крехтунова, Н.П. Лавровская, Ю.А. Новикова, А.Н. Тропин 2013 68 с

4. Квантовая физика. Лабораторный практикум // Г.А. Весничева, И.И. Коваленко, Н.П. Лавровская, Н.Н. Литвинова, В.Ф. Орлов, В.К. Прилипко, С.П. Фадеев, Е.В. Хонинева, Ю.Н. Царев, Б.Ф. Шифрин, 2008, 80 с.

Сроки выполнения и результаты устанавливаются в системе LMS.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет должен содержать следующие разделы:

1. Цель работы.
2. Описание заданий и лабораторной установки.
3. Рабочие формулы.
4. Результаты измерений и вычислений с примерами.
5. Вычисление погрешностей.
6. Графики.
7. Выводы и результаты.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Результаты измерений и вычислений должны соответствовать закономерностям обработки наблюдений из математики, оформление отчета в автоматизированном формате с помощью ПК.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

Работа с конспектом лекций, просмотр рекомендуемой литературы, оформление протокола и отчета по лабораторной работе в формате автоматизированной обработки результатов с помощью ПК.

11.5. 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.

Процесс проходит в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний

обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

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

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