

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

Кафедра № 3

УТВЕРЖДАЮ


Руководитель образовательной программы

д.т.н., проф. _____

(должность, уч. степень, звание)

А.В. Копыльцов _____

(инициалы, фамилия)

 _____

(подпись)

« 10 » февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Радиофизика»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	03.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Прикладные математика и физика
Наименование направленности	Прикладная физика и информационные технологии в наноиндустрии
Форма обучения	очная
Год приема	2025

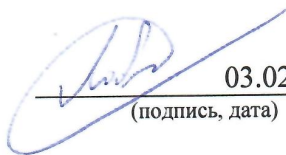
Санкт-Петербург– 2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц.,к.ф.-м.н.

(должность, уч. степень, звание)



03.02.2025

(подпись, дата)

Б.В. Лобанов

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 3

« 03 » февраля 2025 г, протокол № 10

Заведующий кафедрой № 3

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)



03.02.2025

(подпись, дата)

А.В. Копыльцов

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц.,к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



04.02.2025

(подпись, дата)

Н.Ю. Ефремов

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Радиофизика» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 03.03.01 «Прикладные математика и физика» направленности «Прикладная физика и информационные технологии в наноиндустрии». Дисциплина реализуется кафедрой «№3».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-1 «Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач»

ПК-6 «Способен разработать методики и технические руководства для экспериментальной проверки технологических процессов и исследования параметров наноструктурных материалов»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами радиофизики и радиоэлектроники.

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

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

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

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. 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 волноводов. 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

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))	196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №32-04
---	---

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. Рутков, Ю.Н. Царев, Б.Ф. Шифрин, 2010, 84 с.

3. Волновая оптика Лабораторный практикум // Е.Н. Котликов, И.П. Кректунова, 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