

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

Кафедра № 31

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

В.Ф. Шишлаков

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«23» июня 2021 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория физических полей»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	16.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Техническая физика
Наименование направленности	Физические методы контроля качества и диагностики
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург– 2021

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

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

23.06.2021   
(подпись, дата)


М. Ю. Егоров  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 31

«23» июня 2021 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой № 31

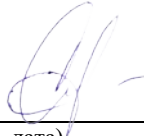
д.т.н., проф.  
(уч. степень, звание)

23.06.2021   
(подпись, дата)

В.Ф. Шишлаков  
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 16.03.01(01)

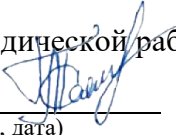
ст. преп.  
(должность, уч. степень, звание)

23.06.2021   
(подпись, дата)

Н.В. Решетникова  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

и.о. зав. каф., к.э.н., доц  
(должность, уч. степень, звание)

23.06.2021   
(подпись, дата)

Г.С. Армашова-Тельник  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Теория физических полей» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 16.03.01 «Техническая физика» направленности «Физические методы контроля качества и диагностики». Дисциплина реализуется кафедрой «№31».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-1 «Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности»

ОПК-4 «Способен самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования в избранной области технической физики, использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с:

- основными законами и уравнениями физических полей: электромагнитного, теплового и гравитационного;

- элементами единой теории поля, позволяющей выразить энергетические характеристики одного из физических полей через другое, на примере параметров электромагнитного поля, определенных как ротор параметров гравитационного поля;

- математическим аппаратом векторного анализа, позволяющим анализировать происходящие в указанных физических полях процессы полевыми методами;

- расчетом или анализом энергетических параметров электромагнитного, теплового и гравитационного полей;

- изучением комплекса задач, связанных с условиями на границе раздела сред и аналитическим, численным или графическим методом решения уравнения Лапласа для потенциальных полей.

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 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов необходимых знаний об основных законах, уравнениях и методах расчета физических полей различной природы, приобретение навыков расчета и анализа параметров и характеристик физических полей различных устройств, а также параметров физических полей на границах раздела сред, умение пользоваться типовыми приборами для исследования физических полей. Обучающиеся должны освоить дисциплину на уровне, позволяющем им использовать на практике методы расчета и анализа физических полей. Уровень освоения дисциплины должен позволять студентам проводить типовые расчеты основных видов магнитных цепей, а также энергетических параметров электромагнитных, тепловых и гравитационных полей.

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

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

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

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	ОПК-1.3.1 знать основные положения, методы и законы естественно-научных дисциплин ОПК-1.У.1 уметь применять знания естественно-научных дисциплин для решения профессиональных задач
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-4 Способен самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования в избранной области технической физики, использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности	ОПК-4.3.1 знать основные методы проведения экспериментальных исследований, обработки и представления полученных в ходе проведения экспериментов данных в избранной области технической физики

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Электроника»,
- «Физика»,

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

- «Экспериментальные методы исследований»,
- «Физические методы получения информации».

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

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

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№5
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>		
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	54	54
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	56	56
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

## 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

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

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 5					
Раздел 1. Введение, основные определения и понятия теории физических полей.	1	-			3

<p>Тема 1.1. Цели и задачи курса. Место курса в системе дисциплин, обеспечивающих подготовку студента по данной направленности.</p> <p>Тема 1.2. Поле как совокупность взаимодействий частиц. Основные свойства полей.</p>					
<p>Раздел 2. Элементы математического анализа.</p> <p>Тема 2.1. Дифференциальные уравнения в частных производных. Уравнение Лапласа в трехмерном пространстве.</p>	1	3			5
<p>Раздел 3. Некоторые сведения из векторного анализа.</p> <p>Тема 3.1. Понятие о градиенте скалярной функции. Понятие о дивергенции векторной функции. Понятие о роторе векторной функции.</p> <p>Тема 3.2. Представление операций векторного анализа в различных системах координат:</p>	2	4			5
<p>Раздел 4. Основные законы и уравнения электромагнитного поля.</p> <p>Тема 4.1. Закон Кулона. Теорема Гаусса. Закон сохранения заряда. Правила Кирхгофа в дифференциальной форме. Закон Джоуля-Ленца. Закон Ампера. Закон Ома для магнитной цепи. Сила Лоренца. Закон полного тока. Обобщенный закон полного тока. Закон Фарадея. Закон электромагнитной индукции.</p>	3	6			17
<p>Раздел 5. Уравнения Максвелла. Волновые уравнения.</p> <p>Тема 5.1. Уравнения Максвелла. Волновые уравнения. Векторные и скалярные потенциалы.</p> <p>Тема 5.2. Граничные условия. Уравнение Пойтинга в интегральной и дифференциальной форме.</p> <p>Тема 5.3. Пример использования уравнений Максвелла при решении практических задач.</p>	4	2			7
<p>Раздел 6. Потенциальные поля и методы их расчета.</p> <p>Тема 6.1. Вихревые и потенциальные поля.</p> <p>Тема 6.2. Аналитические методы решения уравнения Лапласа.</p> <p>Тема 6.3. Численные методы решения уравнения Лапласа.</p> <p>Тема 6.4. Графические методы решения уравнения Лапласа.</p>	2	2			6
<p>Раздел 7. Основные свойства плоских электромагнитных волн.</p>	1	-			5

Тема 7.1. Основные определения и понятия для плоской электромагнитной волны. Тема 7.2. Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на границе раздела двух сред.					
Раздел 8. Тепловое поле. Тема 8.1. Температурное поле. Уравнение теплопроводности. Тема 8.2. Решение тепловых задач полевыми методами.	1	-			4
Раздел 9. Законы и уравнения гравитационного поля. Тема 9.1. Единое гравитационное поле ускорений и импульсов. Гравитационное поле Земли и других небесных тел. Тема 9.2. Электромагнитное поле как ротор гравитационного поля.	2	-			4
Итого в семестре:	17	17	0	0	56
Итого:	17	17	0	0	56

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	Тема 1.1. Цели и задачи курса. Место курса в системе дисциплин, обеспечивающих подготовку студента по данной направленности. Тема 1.2. Поле как совокупность взаимодействий частиц. Основные свойства полей. Потенциальные поля.
2	Тема 2.1. Дифференциальные уравнения в частных производных. Уравнение Лапласа в трехмерном пространстве. Оператор Лапласа. Уравнение Пуассона.
3	Тема 3.1. Скалярное поле. Понятие о градиенте скалярной функции. Формальные свойства градиента. Векторное поле. Понятие о дивергенции векторной функции. Понятие о роторе векторной функции. Формальные свойства ротора. Тема 3.2. Представление операций векторного анализа в различных системах координат: декартовой, сферической, цилиндрической. Основные тождества и интегральные соотношения.
4	Тема 4.1. Закон Кулона. Теорема Гаусса. Закон сохранения заряда. Правила Кирхгофа в дифференциальной форме. Закон Джоуля-Ленца. Закон Ампера. Закон Ома для магнитной цепи. Сила Лоренца. Закон полного тока. Обобщенный закон полного тока. Закон Фарадея. Закон электромагнитной индукции.

5	<p>Тема 5.1. Интегральная форма уравнений Максвелла. Дифференциальная форма уравнений Максвелла. Обобщенные неоднородные векторные волновые уравнения для электромагнитного поля. Векторный и скалярный потенциалы электрического поля. Векторный и скалярный потенциалы магнитного поля.</p> <p>Тема 5.2. Векторный электрический потенциал при исследовании магнитного поля витка с постоянным током. Граничные условия. Решения уравнения Гельмгольца для различных систем координат. Уравнение Пуассона в интегральной и дифференциальной форме.</p> <p>Тема 5.3 Электромагнитное поле внутри круглого провода. Внутренняя индуктивность провода. Напряженность электрического поля и напряженность магнитного поля двухпроводной линии. Внешняя индуктивность двухпроводной линии.</p>
6	<p>Тема 6.1. Вихревые и потенциальные поля. Электростатическое поле. Электрическое поле постоянного тока. Магнитное поле постоянного тока.</p> <p>Тема 6.2. Три аналитических метода решения уравнения Лапласа. Метод разделения переменных. Метод зеркальных изображений. Метод конформных преобразований.</p> <p>Тема 6.3 Численные методы решения уравнения Лапласа. Системы конечно-разностных уравнений. Метод сеток.</p> <p>Тема 6.4 Графические методы решения уравнения Лапласа.</p>
7	<p>Тема 7.1. Плоская волна. Напряженность плоской волны. Волновое сопротивление среды. Комплексное волновое число. Фаза и длина волны. Фазовая скорость волны. Явление поверхностного эффекта.</p> <p>Тема 7.2. Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на границе раздела двух сред. Угол полного преломления.</p>
8	<p>Тема 8.1. Температурное поле. Уравнение теплопроводности. Уравнение двумерного температурного поля. Температурный градиент. Коэффициент теплопроводности.</p> <p>Тема 8.2. Решение тепловых задач полевыми методами. Тепловые цепи. Тепловое сопротивление. Тепловое напряжение. Тепловая емкость. Тепловая индуктивность.</p>
9	<p>Тема 9.1. Механика сплошных сред. Единое гравитационное поле ускорений и импульсов. Гравитационное поле движущегося тела. Гравитационное поле Земли и других планет.</p> <p>Тема 9.2. Электромагнитное поле как ротор гравитационного поля. Последовательность вихревых полей.</p>

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 5					
1	Решение дифференциального	Решение задач по теме	1		2



	уравнения первого порядка				
2	Решение простейшего дифференциального уравнения второго порядка	Решение задач по теме	2		2
3	Определение дивергенции поля вектора	Решение задач по теме	2		3
4	Расчет параметров электромагнитного поля для цилиндрической и сферической системы координат	Решение задач по теме	2		3
5	Определение электромагнитных характеристик различных сред	Решение задач по теме	2		4
6	Определение электромагнитных параметров на основании закона электромагнитной индукции	Решение задач по теме	2		4
7	Исследование магнитной цепи	Решение задач по теме	2		4
8	Определение электромагнитных параметров на основании закона полного тока	Решение задач по теме	2		5
9	Определение направления энергетических характеристик электромагнитного поля	Решение задач по теме	2		6
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
Учебным планом не предусмотрено				

Всего			
-------	--	--	--

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

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

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 5, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	17	17
Домашнее задание (ДЗ)	25	25
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	14	14
Всего:	56	56

5. Перечень учебно-методического обеспечения  
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п.  
7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий  
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.  
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
535 Ф 33	Федоров В. В. Единая теория поля. С.-Петербург. гос. электротехн. ун-т "ЛЭТИ". - ISBN 5-7629-0230-7. - СПб. : Изд-во ГЭТУ (ЛЭТИ), 2009. - 248 с.	30
621.3 Л 13	Лавров В.Я. Линейные электрические цепи. Установившиеся процессы: учебное пособие. - ISBN 978-5-8088-0523-1 . - СПб.: ГУАП. 2010. - 232 с.	225
	Электротехника. Линейная электрическая цепь с сосредоточенными параметрами в установившемся режиме : [ Электронный ресурс ] : учебное пособие / Б. А. Артемьев ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2013. - 86 с.	

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

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

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

URL адрес	Наименование
<a href="http://www.afportal.ru/physics/together/electricity">http://www.afportal.ru/physics/together/electricity</a>	Астрофизический портал. Подраздел «Электричество и магнетизм».
<a href="http://электротехнический-портал.рф/">http://электротехнический-портал.рф/</a>	Электротехнический портал.рф. Электротехнический портал для студентов ВУЗов и инженеров
<a href="http://portal.tpu.ru:7777/departments/kafedra/tief/method_work/method_work2/lab2">http://portal.tpu.ru:7777/departments/kafedra/tief/method_work/method_work2/lab2</a>	Томский политехнический университет. Кафедра экспериментальной физики.
<a href="http://www.electro-gid.ru/">http://www.electro-gid.ru/</a>	Портал Electro-Gid.ru - Электроника и электротехника.
<a href="http://www.elecab.ru/">http://www.elecab.ru/</a>	"Элекаб" - Справочный портал по электрике, энергетике и инженерии. Справочник электрика, справочник энергетика, нормативная документация в свободном доступе, каталог предприятий, доска объявлений, тендеры, своя банерная сеть.
<a href="http://netelectro.ru/">http://netelectro.ru/</a>	"NetElectro" - Новости электротехники, каталог фирм (все фирмы отсортированы как по алфавиту, так и по регионам), прайс-листы в каталоге оборудования. Имеется очень хороший и удобный каталог ссылок. Все ссылки в каталоге рассортированы по различным тематическим рубрикам.
<a href="http://elemo.ru/">http://elemo.ru/</a>	"Elemo" - Новости, статьи, организации, объявления, каталог сайтов.

## 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	Лекционная аудитория	
2	Мультимедийная лекционная аудитория	

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

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

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

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

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

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.  
Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Цели и задачи курса	ОПК-1.3.1
2	Поле как совокупность взаимодействий частиц	ОПК-1.3.1
3	Основные свойства полей	ОПК-1.3.1
4	Потенциальные поля	ОПК-1.3.1
5	Дифференциальные уравнения в частных производных	ОПК-1.3.1
6	Уравнение Лапласа в трехмерном пространстве	ОПК-1.3.1
7	Оператор Лапласа	ОПК-1.3.1
8	Уравнение Пуассона	ОПК-1.3.1
9	Скалярное поле	ОПК-1.3.1
10	Понятие о градиенте скалярной функции	ОПК-1.3.1
11	Формальные свойства градиента	ОПК-1.3.1
12	Векторное поле	ОПК-1.3.1
13	Понятие о дивергенции векторной функции	ОПК-1.3.1
14	Понятие о роторе векторной функции	ОПК-1.3.1
15	Формальные свойства ротора	ОПК-1.3.1
16	Представление операций векторного анализа в различных системах координат: декартовой, сферической, цилиндрической	ОПК-1.3.1
17	Основные тождества и интегральные соотношения	ОПК-1.3.1
18	Закон Кулона	ОПК-1.3.1
19	Теорема Гаусса	ОПК-1.3.1
20	Закон сохранения заряда	ОПК-1.3.1
21	Правила Кирхгофа в дифференциальной форме	ОПК-1.3.1
22	Закон Джоуля-Ленца	ОПК-1.3.1
23	Закон Ампера	ОПК-1.3.1
24	Закон Ома для магнитной цепи	ОПК-1.3.1
25	Сила Лоренца	ОПК-1.3.1
26	Закон полного тока	ОПК-1.3.1
27	Обобщенный закон полного тока	ОПК-1.3.1
28	Закон Фарадея	ОПК-4.3.1
29	Закон электромагнитной индукции	ОПК-4.3.1
30	Интегральная форма уравнений Максвелла	ОПК-4.3.1
31	Дифференциальная форма уравнений Максвелла	ОПК-4.3.1
32	Обобщенные неоднородные векторные волновые уравнения для электромагнитного поля	ОПК-4.3.1
33	Векторный и скалярный потенциалы электрического поля	ОПК-4.3.1
34	Векторный и скалярный потенциалы магнитного поля	ОПК-4.3.1
35	Векторный электрический потенциал при исследовании магнитного поля витка с постоянным током	ОПК-4.3.1
36	Граничные условия	ОПК-4.3.1
37	Решения уравнения Гельмгольца для различных систем координат	ОПК-4.3.1
38	Уравнение Пойтинга в интегральной и дифференциальной форме	ОПК-4.3.1
39	Электромагнитное поле внутри круглого провода	ОПК-4.3.1
40	Внутренняя индуктивность провода	ОПК-4.3.1

41	Напряженность электрического поля и напряженность магнитного поля двухпроводной линии	ОПК-4.3.1
42	Внешняя индуктивность двухпроводной линии	ОПК-4.3.1
43	Вихревые и потенциальные поля	ОПК-4.3.1
44	Электростатическое поле	ОПК-4.3.1
45	Электрическое поле постоянного тока	ОПК-4.3.1
46	Магнитное поле постоянного тока	ОПК-4.3.1
47	Три аналитических метода решения уравнения Лапласа	ОПК-4.3.1
48	Метод разделения переменных	ОПК-4.3.1
49	Метод зеркальных изображений	ОПК-4.3.1
50	Метод конформных преобразований	ОПК-4.3.1
51	Численные методы решения уравнения Лапласа	ОПК-4.3.1
52	Системы конечно-разностных уравнений	ОПК-4.3.1
53	Метод сеток	ОПК-4.3.1
54	Графические методы решения уравнения Лапласа	ОПК-4.3.1
55	Плоская волна	ОПК-1.У.1
56	Напряженность плоской волны	ОПК-1.У.1
57	Волновое сопротивление среды	ОПК-1.У.1
58	Комплексное волновое число	ОПК-1.У.1
59	Фаза и длина волны	ОПК-1.У.1
60	Фазовая скорость волны	ОПК-1.У.1
61	Явление поверхностного эффекта	ОПК-1.У.1
62	Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на границе раздела двух сред	ОПК-1.У.1
63	Угол полного преломления	ОПК-1.У.1
64	Температурное поле	ОПК-1.У.1
65	Уравнение теплопроводности	ОПК-1.У.1
66	Уравнение двумерного температурного поля	ОПК-1.У.1
67	Температурный градиент	ОПК-1.У.1
68	Коэффициент теплопроводности	ОПК-1.У.1
69	Решение тепловых задач полевыми методами	ОПК-1.У.1
70	Тепловые цепи	ОПК-1.У.1
71	Тепловое сопротивление	ОПК-1.У.1
72	Тепловое напряжение	ОПК-1.У.1
73	Тепловая емкость	ОПК-1.У.1
74	Тепловая индуктивность	ОПК-1.У.1
75	Механика сплошных сред	ОПК-1.У.1
76	Единое гравитационное поле ускорений и импульсов	ОПК-1.У.1
77	Гравитационное поле движущегося тела	ОПК-1.У.1
78	Гравитационное поле Земли и других планет	ОПК-1.У.1
79	Электромагнитное поле как ротор гравитационного поля	ОПК-1.У.1
80	Последовательность вихревых полей	ОПК-1.У.1

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

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

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

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

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

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

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	Скорость распространения электромагнитного поля в вакууме - ? А) $3 \cdot 10^6$ м/с Б) $3 \cdot 10^8$ м/с В) $3 \cdot 10^9$ м/с Г) $3 \cdot 10^7$ км/с	ОПК-1.3.1
2	Коэффициент, связывающий напряженность электрического поля и плотность тока проводимости, называют : А) Магнитной проницаемостью Б) Поверхностной плотностью заряда В) Диэлектрической проницаемостью Г) Удельной проводимостью	
3	Принцип суперпозиции это: А) Векторная сумма Б) Векторное произведение В) Скалярное произведение векторов Г) Разворот векторов на $180^\circ$	
4	Выберите формулу для расчета силы Ампера. А) $F = E \cdot q$ Б) $F = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$ В) $F = k \cdot q_1 \cdot q_2 / r^2$ Г) $F = I \cdot B \cdot L \cdot \sin \alpha$	
5	Как называется сила, действующая на движущуюся заряженную частицу со стороны электромагнитного поля? А) Сила Ампера;      Б) Центробежная сила; В) Сила Лоренца;      Г) Центростремительная сила	
6	Линии однородного магнитного поля А) искривлены, их густота меняется от точки к точке; Б) параллельны друг другу и расположены с одинаковой густотой; В) расположены параллельно с разной густотой; Г) расположены хаотично	
7	Чем определяется величина ЭДС индукции в контуре? А) Магнитной индукцией в контуре; Б) Магнитным потоком через контур ; В) Электрическим сопротивлением контура; Г) Скоростью изменения магнитного потока	
8	Рамку площадью $0,5 \text{ м}^2$ пронизывают линии магнитной индукции магнитного поля с индукцией 4 Тл под углом $30^\circ$ к плоскости рамки. Чему равен магнитный поток, пронизывающий рамку? А) 1 Вб      Б) 2,3 Вб      В) 1,73 Вб      Г) 4 Вб	

9	<p>Как взаимодействуют два параллельных проводника при протекании в них тока в противоположных направлениях?</p> <p>А) сила взаимодействия равна нулю;  Б) проводники притягиваются;  В) проводники отталкиваются;  Г) проводники поворачиваются</p>	
10	<p><math>rot \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}</math> – это ...</p> <p>А) Ни дифференциальная, ни интегральная форма уравнения Максвелла.  Б) Интегральная форма уравнения Максвелла.  В) Дифференциальная форма уравнения Максвелла.  Г) Это не уравнение Максвелла.</p>	
11	<p>Какая величина при расчете магнитных цепей равна произведению тока в катушке индуктивности на число витков <math>w</math> в этой катушке?</p> <p>А) Магнитодвижущая сила  Б) Магнитная проницаемость  В) Магнитный поток  Г) Напряженность магнитного поля</p>	
12	<p>Формулировка какого закона существует и для электрического поля постоянного тока, и для магнитного поля постоянного тока.</p> <p>А) Ампера.  Б) Био-Савара  В) Ома.  Г) Фарадея</p>	
13	<p>Каким образом поляризованность связана с зарядом?</p> <p>А) <math>P</math> связана с <math>q</math> через первую производную.  Б) <math>P</math> связана с <math>q</math> через интеграл по площади.  В) <math>P</math> связана с <math>q</math> через вторую производную.  Г) <math>P</math> обратно пропорционально <math>q</math></p>	
14	<p>Стационарное магнитное поле можно охарактеризовать ...</p> <p>А) Только волновым уравнением и волновым числом, а векторный и скалярный магнитный потенциал для такого поля не существуют.  Б) Только векторным потенциалом.  В) Как скалярным так и векторным потенциалом</p>	
15	<p>В начальной формулировке какого закона для магнитных цепей выражение <math>R_M \text{ нелинейное} * \Phi</math>, характеризующее участок сердечника, всегда можно заменить выражением <math>H * l</math>?</p> <p>А) Законе Ома.  Б) Законе Фарадея.  В) Первом законе Кирхгофа.  Г) Втором законе Кирхгофа</p>	
16	<p>В чем измеряется напряженность магнитного поля в СИ?</p> <p>А) Тесла.  Б) В/м.  В) В*м.  Г) А/м</p>	
17	<p>Дивергенцией в декартовых координатах называют...</p>	



	<p>А) Сумму произведений частных производных каждой координаты скалярного поля на единичный вектор по этой координате.</p> <p>Б) Сумму частных производных каждой координаты скалярного поля</p> <p>В) Сумму частных производных каждой координаты векторного поля.</p> <p>Г) Ротор ротора векторного поля</p>	
18	<p>Какое утверждение <i>неверно</i> для потенциального поля?</p> <p>А) Циркуляция вектора силовой характеристики поля равна нулю.</p> <p>Б) Дивергенция векторного поля равна нулю.</p> <p>В) Работа, совершаемая полем, не зависит от формы пути, а определяется только начальным и конечным положением объектов воздействия.</p> <p>Г) Ротор векторного поля равен нулю</p>	
19	<p>Про координаты в сферической системе координат можно сказать:</p> <p>А) Все три координаты являются прямолинейными, они заданы не угловыми единицами измерения (например метрами).</p> <p>Б) Две координаты являются прямолинейными, и они заданы не угловыми единицами измерения (например метрами). Одна координата является криволинейной, и она задана угловыми единицами измерения (например градусами).</p> <p>В) Одна координата является прямолинейной, и она задана не угловыми единицами измерения (например метрами). Две координаты являются криволинейными, и они заданы угловыми единицами измерения (например градусами).</p> <p>Г) Все три координаты являются криволинейными, и они заданы угловыми единицами измерения (например градусами).</p>	
20	<p>В чем измеряется магнитная индукция в СИ?</p> <p>А) Тесла.</p> <p>Б) В/м.</p> <p>В) В*м.</p> <p>Г) А/м.</p>	
21	<p>Какой коэффициент пропорциональности будет между зарядом тела и потоком вектора напряженности?</p> <p>А) Магнитная проницаемость</p> <p>Б) Поверхностная плотность заряда</p> <p>В) Диэлектрическая проницаемость</p> <p>Г) Удельная проводимость</p>	

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

Целью дисциплины является получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области изучения основных законов физических полей, создание поддерживающей образовательной среды преподавания дисциплины, предоставление возможности студентам развить и продемонстрировать навыки в теоретических исследованиях характеристик электромагнитных, тепловых и гравитационных полей.

### 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:

- физические методы, связь с задачами реального мира;
- разделы ТФП, классификация решаемых задач и соответствующих им физических моделей;
- электромагнитное поле, использование аналитических методов решения уравнения Лапласа, метода разделения переменных, метода зеркальных изображений, метода конформных преобразований, численных методов решения уравнения Лапласа; систем конечно-разностных уравнений, метода сеток; графических методов решения уравнения Лапласа;
- температурное поле, решение тепловых задач полевыми методами.

### 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 для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися 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

Методические указания и требования к проведению практических занятий приведены в следующих источниках:

1. Сборник задач по курсу «Электродинамика и распространение радиоволн» // С. И. Баскаков и др.; под. ред. С. И. Баскакова. – М.: Высш. шк., 1981. – 208 с.
2. Гильденбург, В. Б. Сборник задач по электродинамике // В. Б. Гильденбург, М. А. Миллер. – М.: Физматлит, 2001. – 168 с.
3. Говорков В. А., Купалян С. Д. Теория электромагнитного поля в упражнениях и задачах: М.: Высшая школа, 1970. 304 с.

#### 11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

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

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

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

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

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

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

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

Текущий контроль успеваемости студентов проводится путем мониторинга контрольными вопросами на защите практических работ, путем получения обратной связи во время проведения лекций. Своевременная сдача отчетов по практическим заданиям и положительный результат на защите этих работ может 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».

Промежуточная аттестация проводится по ФОС, приведенному в п.10.3 данной рабочей программы дисциплины.

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