

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. Шишляков

(подпись)

«22» июня 2020 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория физических полей»

(Название дисциплины)

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

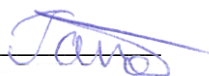
Санкт-Петербург 2020 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

Доц., к.т.н. 22.06.2020

должность, уч. степень, звание


 подпись, дата

Ю.А. Ганьшин

инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 31

«22» июня 2020 г, протокол № 7

Заведующий кафедрой № 31

д.т.н., проф. 22.06.2020

должность, уч. степень, звание


 подпись, дата


В.Ф. Шишлаков

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 16.03.01(01)

Ст.преп. 22.06.2020

должность, уч. степень, звание


 подпись, дата

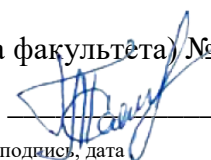
Н.В. Решетникова

инициалы, фамилия

Заместитель директора института (декана факультета) № 3 по методической работе

И.о.зав.каф., к.э.н., доц. 22.06.2020

должность, уч. степень, звание


 подпись, дата

Г.С. Армашова-Тельник

инициалы, фамилия

Аннотация

Дисциплина «Теория физических полей» входит в базовую часть образовательной программы подготовки обучающихся по направлению 16.03.01 «Техническая физика» направленность «Физические методы контроля качества и диагностики». Дисциплина реализуется кафедрой №31.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

общефессиональных компетенций:

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

ОПК-3 «способность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовность учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности»;

профессиональных компетенций:

ПК-4 «способность применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики».

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 студента, консультации.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

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. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями: ОПК-1 «способность использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности»:

знать:

- основные законы и уравнения физических полей;
- основные уравнения единой теории поля;
- магнитные цепи, электрические цепи и тепловые схемы цепей;
- свойства основных элементов указанных цепей;

уметь:

- описывать и объяснять электромагнитные и тепловые процессы в электрических цепях и электротехнических устройствах;
- учитывать факторы электромагнитной совместимости устройств;
- экспериментальным способом определять параметры и характеристики физических полей;
- рассчитывать энергетические параметры физических полей различных механических устройств, а также параметры физических полей на границах раздела сред;

владеть навыками:

- расчета энергетических параметров физических полей с применением современных вычислительных средств;
- измерения параметров физических полей;

иметь опыт деятельности - в области компьютерного моделирования физических полей;

ОПК-3 «способность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовность учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности»:

знать - основы предметной области – основные законы и уравнения единой теории поля;

уметь - самостоятельно производить поиск и анализ новой информации по теории физических полей;

владеть навыками - поиска и анализа необходимой информации, используя современные информационные технологии;

иметь опыт деятельности - с компьютерными системами поиска необходимой информации и с системами компьютерного моделирования физических полей;

ПК-4 «способность применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания

технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики»:

знать - типовые методики экспериментальных исследований физических полей, в частности типовые методики определения параметров электромагнитной совместимости устройств и типовые методики определения энергетических параметров теплового поля;

уметь:

- составить план проведения экспериментальных исследований физических полей;
- производить анализ результатов экспериментальных исследований физических полей с использованием современных аналитических средств технической физики;
- правила безопасности работы с оборудованием;

владеть навыками - работы с оборудованием для измерения параметров физических полей;

иметь опыт деятельности - в экспериментальных исследованиях физических полей с использованием современных аналитических средств технической физики.

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Электротехника;
- Физика;

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

- Экспериментальные методы исследований;
- Физические методы получения информации.

3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№5
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)	5/ 180	5/ 180
Из них часов практической подготовки	11	11
Аудиторные занятия, всего час.,	51	51
В том числе		
лекции (Л), (час)	17	17
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	34	34
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР),		

(час)		
Экзамен, (час)	54	54
Самостоятельная работа , всего	75	75
Вид промежуточного контроля: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.	Экз.

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и 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. 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.	1	-			4
Раздел 2. Элементы математического анализа. Тема 2.1. Дифференциальные уравнения в частных производных. Уравнение Лапласа в трехмерном пространстве.	1	6			5
Раздел 3. Некоторые сведения из векторного анализа. Тема 3.1. Понятие о градиенте скалярной функции. Понятие о дивергенции векторной функции. Понятие о роторе векторной функции. Тема 3.2. Представление операций векторного анализа в различных системах координат:	2	8			6
Раздел 4. Основные законы и уравнения электромагнитного поля. 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.	3	12			25
Раздел 5. Уравнения Максвелла. Волновые уравнения.	4	4			10

Тема 5.1. Уравнения Максвелла. Волновые уравнения. Векторные и скалярные потенциалы. Тема 5.2. Граничные условия. Уравнение Пойтинга в интегральной и дифференциальной форме. Тема 5.3. Пример использования уравнений Максвелла при решении практических задач.					
Раздел 6. Потенциальные поля и методы их расчета. Тема 6.1. Вихревые и потенциальные поля. Тема 6.2. Аналитические методы решения уравнения Лапласа. Тема 6.3. Численные методы решения уравнения Лапласа. Тема 6.4. Графические методы решения уравнения Лапласа.	2	4			9
Раздел 7. Основные свойства плоских электромагнитных волн. 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.	1	-			6
Раздел 8. Тепловое поле. Тема 8.1. Температурное поле. Уравнение теплопроводности. Тема 8.2. Решение тепловых задач полевыми методами.	1	-			5
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	-			5
Итого в семестре:	17	34	0	0	75
Итого:	17	34	0	0	75

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

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	<p>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.</p> <p>Тема 3.2. Представление операций векторного анализа в различных системах координат: декартовой, сферической, цилиндрической. Основные тождества и интегральные соотношения.</p>
4	<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>
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 Пойтинга 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 двухмерного 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	Тема 9.1. Механика сплошных сред. Единое гравитационное поле ускорений и импульсов. Гравитационное поле движущегося тела. Гравитационное поле Земли и других планет. Тема 9.2. Электромагнитное поле как ротор гравитационного поля. Последовательность вихревых полей.
---	--

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – 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 уравнения первого порядка	Решение задач по теме	3	1	2
2	Решение простейшего дифференциального уравнения второго порядка	Решение задач по теме	3	1	2
3	Определение дивергенции поля вектора	Решение задач по теме	4	2	3
4	Расчет параметров электромагнитного поля для цилиндрической и сферической системы координат	Решение задач по теме	4	2	3
5	Определение электромагнитных характеристик различных сред	Решение задач по теме	4	1	4
6	Определение электромагнитных параметров на основании закона электромагнитной индукции	Решение задач по теме	4	1	4
7	Исследование магнитной цепи	Решение задач по теме	4	1	4
8	Определение электромагнитных параметров на основании закона полного тока	Решение задач по теме	4	1	5
9	Определение направления энергетических характеристик электромагнитного поля	Решение задач по теме	4	1	6
Всего:			34	11	

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисципли ны
Учебным планом не предусмотрено				
Всего:				

4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 5, час
1	2	3
Самостоятельная работа, всего	75	75
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	22	22
Подготовка к текущему контролю (ТК)	19	19
домашнее задание (ДЗ)	34	34

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 8-10.

6. Перечень основной и дополнительной литературы

6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	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.	

6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	Основы теории цепей. Установившиеся режимы : [Электронный ресурс] : тест лекций / В. В. Колесников ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Документ включает в себя 1 файл, размер: (1175 Kb). - СПб. : Изд-во ГУАП, 2006. - 100 с.	
621.3 И 20	Иванов И.И., Соловьев Г.И. Электротехника: учебное пособие. 5-е изд., стер. - ISBN 5-8114-0523-5. – СПб.: Изд-во «Лань», 2008. – 496.	25
621.3 Б 93	Бутырин П.А. Электротехника: учебник. - ISBN 5-7695-1979. - М.: Академия, 2006. – 272 с.	10

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

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

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

URL адрес	Наименование
http://www.afportal.ru/physics/together/electricity	Астрофизический портал. Подраздел «Электричество и магнетизм».
http://электротехнический-портал.рф/	Электротехнический портал.рф .Электротехнический портал для студентов ВУЗов и инженеров
http://portal.tpu.ru:7777/departments/kafedra/tief/method_work/method_work2/lab2	Томский политехнический университет. Кафедра экспериментальной физики.
http://www.electro-gid.ru/	Портал Electro-Gid.ru - Электроника и электротехника.
http://www.elecab.ru/	"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.
http://netelectro.ru/	"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.
http://elemo.ru/	"Elemo" - Новости, статьи, организации, объявления, каталог сайтов.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Состав материально-технической базы 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. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

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

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
ОПК-1 «способность использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности»	
1	Физика
2	Физика
2	Химия
3	Прикладная механика
3	Физика
3	Материаловедение
3	Электротехника
3	Теоретическая механика
4	Электротехника
4	Основы профилизации
4	Прикладная механика
4	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (технологическая)
4	Электроника
5	Электроника
5	Теория физических полей
5	Электромеханические и полупроводниковые преобразователи электрической энергии
5	Безопасность жизнедеятельности
6	Производственная практика научно-исследовательская работа
8	Физические принципы конструирования приборов контроля и диагностики
8	Накопители электромагнитной энергии
8	Контроль и диагностика электромеханических и электроэнергетических систем и комплексов
8	Электромехатронные системы и комплексы
8	Производственная преддипломная практика
ОПК-3 «способность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовность учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности»	
1	Физика
2	Физика
3	Прикладная механика
3	Физика
3	Материаловедение
3	Электротехника
3	Теоретическая механика

4	Прикладная механика
4	Электроника
4	Электротехника
4	Основы профилизации
5	Электроника
5	Теория физических полей
6	Экспериментальные методы исследований
6	Физические методы получения информации
8	Контроль и диагностика электромеханических и электроэнергетических систем и комплексов
8	Физические принципы конструирования приборов контроля и диагностики
ПК-4 «способность применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики»	
3	Материаловедение
3	Теоретическая механика
4	Метрология, стандартизация и сертификация
5	Теория физических полей
6	Экспериментальные методы исследований
6	Физические методы получения информации
6	Математические методы исследований
6	Схемотехника средств контроля
7	Микропроцессорные устройства систем управления
7	Микропроцессорные средства контроля и диагностики
7	Электромагнитная совместимость
8	Накопители электромагнитной энергии
8	Электромехатронные системы и комплексы
8	Физические принципы конструирования приборов контроля и диагностики
8	Электротехника оборудования АЭС

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно–рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100–балльная и 4–балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-балльная шкала	4-балльная шкала	
$85 \leq K \leq 100$	«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;

		<ul style="list-style-type: none"> - умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; - делает выводы и обобщения; - свободно владеет системой специализированных понятий.
$70 \leq K \leq 84$	«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.
$55 \leq K \leq 69$	«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.
$K \leq 54$	«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.

10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
1	Цели и задачи курса
2	Поле как совокупность взаимодействий частиц
3	Основные свойства полей
4	Потенциальные поля
5	Дифференциальные уравнения в частных производных
6	Уравнение Лапласа в трехмерном пространстве
7	Оператор Лапласа
8	Уравнение Пуассона
9	Скалярное поле
10	Понятие о градиенте скалярной функции
11	Формальные свойства градиента
12	Векторное поле
13	Понятие о дивергенции векторной функции
14	Понятие о роторе векторной функции
15	Формальные свойства ротора
16	Представление операций векторного анализа в различных системах координат: декартовой, сферической, цилиндрической
17	Основные тождества и интегральные соотношения
18	Закон Кулона

19	Теорема Гаусса
20	Закон сохранения заряда
21	Правила Кирхгофа в дифференциальной форме
22	Закон Джоуля-Ленца
23	Закон Ампера
24	Закон Ома для магнитной цепи
25	Сила Лоренца
26	Закон полного тока
27	Обобщенный закон полного тока
28	Закон Фарадея
29	Закон электромагнитной индукции
30	Интегральная форма уравнений Максвелла
31	Дифференциальная форма уравнений Максвелла
32	Обобщенные неоднородные векторные волновые уравнения для электромагнитного поля
33	Векторный и скалярный потенциалы электрического поля
34	Векторный и скалярный потенциалы магнитного поля
35	Векторный электрический потенциал при исследовании магнитного поля витка с постоянным током
36	Граничные условия
37	Решения уравнения Гельмгольца для различных систем координат
38	Уравнение Пойтинга в интегральной и дифференциальной форме
39	Электромагнитное поле внутри круглого провода
40	Внутренняя индуктивность провода
41	Напряженность электрического поля и напряженность магнитного поля двухпроводной линии
42	Внешняя индуктивность двухпроводной линии
43	Вихревые и потенциальные поля
44	Электростатическое поле
45	Электрическое поле постоянного тока
46	Магнитное поле постоянного тока
47	Три аналитических метода решения уравнения Лапласа
48	Метод разделения переменных
49	Метод зеркальных изображений
50	Метод конформных преобразований
51	Численные методы решения уравнения Лапласа
52	Системы конечно-разностных уравнений
53	Метод сеток
54	Графические методы решения уравнения Лапласа
55	Плоская волна
56	Напряженность плоской волны
57	Волновое сопротивление среды
58	Комплексное волновое число
59	Фаза и длина волны
60	Фазовая скорость волны
61	Явление поверхностного эффекта
62	Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на границе раздела двух сред
63	Угол полного преломления
64	Температурное поле
65	Уравнение теплопроводности

66	Уравнение двумерного температурного поля
67	Температурный градиент
68	Коэффициент теплопроводности
69	Решение тепловых задач полевыми методами
70	Тепловые цепи
71	Тепловое сопротивление
72	Тепловое напряжение
73	Тепловая емкость
74	Тепловая индуктивность
75	Механика сплошных сред
76	Единое гравитационное поле ускорений и импульсов
77	Гравитационное поле движущегося тела
78	Гравитационное поле Земли и других планет
79	Электромагнитное поле как ротор гравитационного поля
80	Последовательность вихревых полей

2. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 17)

Таблица 17 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета
	Учебным планом не предусмотрено

3. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

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

4. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
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
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°
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 м ² пронизывают линии магнитной индукции магнитного поля с индукцией 4 Тл под углом 30° к плоскости рамки. Чему равен магнитный поток, пронизывающий рамку? А) 1 Вб Б) 2,3 Вб В) 1,73 Вб Г) 4 Вб
9	Как взаимодействуют два параллельных проводника при протекании в них тока в противоположных направлениях? А) сила взаимодействия равна нулю; Б) проводники притягиваются; В) проводники отталкиваются; Г) проводники поворачиваются
10	$\text{rot } \vec{E} = - \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$ – это ... А) Ни дифференциальная, ни интегральная форма уравнения Максвелла. Б) Интегральная форма уравнения Максвелла. В) Дифференциальная форма уравнения Максвелла. Г) Это не уравнение Максвелла.
11	Какая величина при расчете магнитных цепей равна произведению тока в катушке индуктивности на число витков w в этой катушке? А) Магнитодвижущая сила Б) Магнитная проницаемость В) Магнитный поток Г) Напряженность магнитного поля
12	Формулировка какого закона существует и для электрического поля постоянного тока, и для магнитного поля постоянного тока. А) Ампера. Б) Био-Савара В) Ома. Г) Фарадея
13	Каким образом поляризованность связана с зарядом? А) P связана с q через первую производную. Б) P связана с q через интеграл по площади. В) P связана с q через вторую производную. Г) P обратно пропорционально q
14	Стационарное магнитное поле можно охарактеризовать ...

	<p>А) Только волновым уравнением и волновым числом, а векторный и скалярный магнитный потенциал для такого поля не существуют.</p> <p>Б) Только векторным потенциалом.</p> <p>В) Как скалярным так и векторным потенциалом</p>
15	<p>В начальной формулировке какого закона для магнитных цепей выражение $R_M \text{ нелинейное} * \Phi$, характеризующее участок сердечника, всегда можно заменить выражением $H * l$?</p> <p>А) Законе Ома.</p> <p>Б) Законе Фарадея.</p> <p>В) Первом законе Кирхгофа.</p> <p>Г) Втором законе Кирхгофа</p>
16	<p>В чем измеряется напряженность магнитного поля в СИ?</p> <p>А) Тесла.</p> <p>Б) В/м.</p> <p>В) В*м.</p> <p>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>

5. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
1	Решение простейшего дифференциального уравнения второго порядка Решить дифференциальное уравнение $x'' + x' - 2x = 0$
2	Определение дивергенции поля вектора Вычислить дивергенцию потока электрического поля точечного заряда, помещенного в начало координат, через поверхность сферы, не содержащей внутри себя начала координат
3	Определение электромагнитных характеристик различных сред Молекула NO имеет магнитный момент $M = 1,8 \text{ мВ}$. Определить удельную парамагнитную восприимчивость χ газообразного оксида азота при нормальных условиях.
4	Определение электромагнитных параметров на основании закона электромагнитной индукции В плоскости с бесконечно длинным прямым проводом, по которому течет ток I , расположена прямоугольная рамка так, что две большие стороны ее длиной l параллельны проводу, а расстояние от провода до ближайшей из этих сторон равно ее ширине. Определить магнитный поток Φ , пронизывающий рамку.
5	Исследование магнитной цепи Определить магнитодвижущую силу (прямая задача расчета одноконтурной магнитной цепи), необходимую для получения магнитного потока в $5,9 \cdot 10^4 \text{ Вб}$ в кольцеобразном сердечнике, сечением $S = 5 \text{ см}^2$. Длина средней линии магнитной индукции $l = 25 \text{ см}$. Также определить H (напряженность магнитного поля в сердечнике) и μ_r (относительная магнитная проницаемость материала сердечника), если материал сердечника – слаболегированная электротехническая листовая сталь Э11.
6	Определение направления энергетических характеристик электромагнитного поля Электрон, имея скорость $v = 2 \text{ Мм/с}$, влетел в однородное магнитное поле с индукцией $B = 30 \text{ мТл}$ под углом $\alpha = 30^\circ$ к направлению линий индукции. Определить радиус R и шаг h винтовой линии, по которой будет двигаться электрон.
7	Расчет электромагнитного поля отрезка бесконечно длинного провода. Определить магнитную индукцию B поля, создаваемого отрезком бесконечно длинного прямого провода, в точке вне отрезка, равноудаленной от концов отрезка и находящейся на расстоянии r_0 от его середины, если сила тока, текущего по проводу, равна I , длина отрезка равна l .
8	Расчет двухпроводной линии постоянного тока Для двухпроводной линии постоянного тока (радиус r_0 , удельная электрическая проводимость провода γ_0 , расстояние между проводами d , ток и напряжение в двухпроводной линии I и U) определить: - Напряженность электрического поля конкретной области внутри провода; - Напряженность магнитного поля конкретной области внутри провода; - Напряженность электрического поля конкретной области вне провода; - Напряженность магнитного поля конкретной области вне провода.
9	Расчет тепловой цепи для звеньев цилиндрического теплопровода, подсоединенного к источникам тепла. Для цилиндрического теплопровода длины L с радиусом r_0 и удельной теплопроводностью γ , подсоединенного передним концом к источнику теплового напряжения U_1' , а задним концом к источнику теплового напряжения U_2'' , определить: - тепловое сопротивление;

	- тепловую индуктивность.
10	<p>Расчет тепловой цепи для цилиндрического теплопровода и шарообразных объектов, расположенных в среде с определенным диапазоном температур</p> <p>Для тепловой цепи, состоящей из цилиндрического теплопровода длины L с радиусом r_0 и удельной теплопроводностью γ, подсоединенного передним концом к источнику теплового напряжения U^*, а задним концом к сфере радиуса r_v с объемной плотностью гравитационной массы P^m, определить:</p> <ul style="list-style-type: none"> - теплоемкость сферы; - тепловой потенциал на поверхности сферы.

10.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «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. 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.

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 обучающимся 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.

Методические указания по освоению лекционного материала приведены в учебных пособиях:

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке
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

Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающейся 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 обучающемуся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся 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.

Функции практических занятий:

- познавательная;
- развивающая;
- воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;
- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;
- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

- в интерактивной форме (решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), деловая учебная игра, ролевая игра, психологический тренинг, кейс, мозговой штурм, групповые дискуссии);
- в не интерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач и другое).

Методика проведения практического занятия может быть различной, при этом важно достижение общей цели дисциплины.

Методические указания по прохождению практических занятий приведены в учебных пособиях:

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке
	Электромагнитное поле в инженерных задачах : [Электронный ресурс] : методические указания к заданию № 2 / С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост.: В. Я. Лавров, Л. Б. Свинолобова. - Документ включает в себя 1 файл. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2010. - 30 с	

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).

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».

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
24.06.2021	Внедрение практической подготовки в дисциплину	23.06.2021 протокол №8	