

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра радиофизики и электроники

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

### **ДИСЦИПЛИНЫ**

*«Б.1.Б.22 Электродинамика сплошных сред»*

Уровень высшего образования

**БАКАЛАВРИАТ**

Направление подготовки

*03.03.02 Физика*

(код и наименование направления подготовки)

*Медицинская физика*

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

*Программа академического бакалавриата*

Квалификация

*Бакалавр*

Форма обучения

*Очная*

Год набора 2019

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра радиофизики и электроники

*наименование кафедры*

протокол № 6 от " 12 " 02 2019 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра радиофизики и электроники

*наименование кафедры*



*подпись*

Т.М. Чмерева

*расшифровка подписи*

Исполнители:

Профессор

*должность*



*подпись*

М.Г. Кучеренко

*расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

03.03.02 Физика

*код наименование*



*личная подпись*

В.И. Бердинский

*расшифровка подписи*

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки



*личная подпись*

Н.Н. Грицай

*расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета



*личная подпись*

А.Д. Стрекаловская

*расшифровка подписи*

№ регистрации \_\_\_\_\_

© Кучеренко М.Г., 2019

© ОГУ, 2019

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

### Цель (цели) освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов отчетливого понимания физических закономерностей и свойств, характеризующих как электромагнитное поле, так и сплошную среду, в которой присутствует поле, знания границ применимости классического подхода в описании этих свойств, выявление тех физических идей и понятий, которые являются общими для сплошных диэлектрических и проводящих сред различного типа.

### Задачи:

Получить представление о методах усреднения микроскопических уравнений Максвелла при рассмотрении электромагнитных полей в материальных средах; освоить основные принципы получения базовых уравнений электродинамики в сплошных средах, при различных скоростях изменения характеристик полей; изучить методы решения уравнений Лапласа и Пуассона, волновые уравнения и уравнения параболического типа для анализа свойств квазистационарных полей; приобрести навыки решения задач по расчету характеристик полей, определению пространственного размещения электрического заряда и токов в сплошной среде.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.Б.10.6 Теория функций комплексного переменного, Б.1.Б.13 Электричество и магнетизм, Б.1.Б.20 Электродинамика, Б.1.Б.21 Термодинамика, статистическая физика и физическая кинетика, Б.1.В.ОД.4 Нелинейная оптика*

Постреквизиты дисциплины: *Б.1.В.ДВ.7.1 Динамика нелинейных систем в лазерной, химической и биологической физике, Б.1.В.ДВ.7.2 Наноплазмоника, Б.2.В.П.1 Научно-исследовательская работа, Б.2.В.П.2 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, научно-производственная практика*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p><b>Знать:</b> - особенности информационных технологий для их применения в практической деятельности, в том числе, в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности.</p> <p><b>Уметь:</b> - самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения.</p> <p><b>Владеть:</b> - способами реализации индуктивных и дедуктивных способов мышления в профессиональной деятельности.</p>	ОПК-2 способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей
<p><b>Знать:</b> - основные принципы работы с библиографическими данными и информационно-коммуникационными системами. - знать основные требования информационной безопасности.</p>	ОПК-3 способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять библиографический поиск, как по тематике профессиональной деятельности, так и в новых областях знаний;</li> <li>- проводить обмен профессиональной информацией с учетом требований информационной безопасности.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками поиска, обмена и защиты информации</li> </ul>	общей и теоретической физики для решения профессиональных задач

#### 4 Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	6 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>50,25</b>	<b>50,25</b>
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>57,75</b>	<b>57,75</b>
- <i>самостоятельное изучение разделов</i> (Термоэлектрические и термогальваномагнитные явления. Эффект Томсона. Эффект Пельтье. Эффект Нернста. Эффект Риги-Ледюка. Эффект Эттингсхаузена; Плоская монохроматическая волна. Волновой вектор и его обобщение на комплексные значения. Показатель преломления. Выражение показателя преломления и коэффициента поглощения через действительную и мнимую части диэлектрической проницаемости; Рассеяние электромагнитных волн свободными зарядами. Эффективное дифференциальное сечение рассеяния. Угловая зависимость дифференциального сечения рассеяния свободного заряда; Рассеяние электромагнитных волн на малых частицах);	25	25
- <i>самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);</i>	20	20
- <i>подготовка к практическим занятиям;</i>	12,75	12,75
- <i>подготовка к рубежному контролю и т.п.)</i>		
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>диф. зач.</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Электростатика проводников и диэлектриков	20	6	4	10	
2	Постоянный ток	18	6	2	10	
3	Постоянное магнитное поле	16	6	2	8	
4	Квазистационарное электромагнитное поле	20	6	4	10	
5	Электромагнитные волны	18	6	2	10	

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
6	Рассеяние электромагнитных волн	16	4	2		10
	Всего:	108	34	16		58

#### 4.2 Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Электростатика проводников и диэлектриков	Получение основных уравнений электродинамики сплошных сред. Усреднение Лоренца. Проводники и диэлектрики. Электростатика проводников. Задача электростатики проводников. Анализ граничных условий. Методы решения задач электростатики. Метод изображений. Энергия электростатического поля проводников. Плотность и поток энергии. Вектор Пойнтинга. Физический смысл вектора Пойнтинга. Емкостные и потенциальные коэффициенты. Энергия проводника во внешнем однородном электрическом поле. Тензор поляризуемости проводника. Электростатика диэлектриков. Вектор электрической индукции. Вектор поляризации. Физический смысл вектора поляризации. Анализ граничных условий. Диэлектрическая проницаемость и диэлектрическая восприимчивость. Диэлектрический шар в однородном внешнем электрическом поле. Фактор Лоренца. Внутреннее поле в диэлектрическом цилиндре и эллипсоиде. Тензоры в трехмерном пространстве. Система главных осей тензора второго ранга. Тензоры диэлектрической проницаемости и диэлектрической восприимчивости в анизотропных средах. Поле точечного заряда в однородной анизотропной среде. Объемная плотность энергии диэлектрика. Эллипсоид энергии.
2	Постоянный ток	Плотность тока и проводимость. Закон Ома. Основная токовая задача. Таблица соответствия (аналогий) диэлектрических величин и характеристик проводящей среды. Аналогия токовой и электростатической задач. Два основных варианта токовой задачи. Коэффициенты сопротивлений. Тензор проводимости. Эффект Холла. Эффект Холла в изотропном проводнике. Термоэлектрические и термогальваномагнитные явления. Эффект Томсона. Эффект Пельтье. Эффект Нернста. Эффект Риги-Ледюка. Эффект Эттингсхаузена.
3	Постоянное магнитное поле	Постоянное магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Плотность молекулярных токов. Напряженность магнитного поля в среде и вектор намагниченности. Физический смысл вектора намагниченности. Магнитная проницаемость и магнитная восприимчивость. Анализ граничных условий. Магнитное поле постоянных токов. Уравнение для векторного потенциала. Аналогия с за-

		дачей электростатики. Закон Био-Савара.
4	Квазистационарное электромагнитное поле	Уравнение квазистационарного поля. Граничные условия. Закон релаксации поля при выключении источника. Токи Фуко. Глубина проникновения магнитного поля в проводник. Решение задачи для полупространства, заполненного проводящей средой. Скин-эффект. Решение задачи для проводника кругового сечения.
5	Электромагнитные волны	<p>Уравнения поля в диэлектриках в отсутствие дисперсии. Свойства волнового уравнения. Скорость распространения электромагнитных волн. Дисперсия диэлектрической проницаемости. Неодномоментный характер связи между напряженностью и индукцией. Частотная зависимость диэлектрической проницаемости для Фурье-компонент поля. Закон дисперсии. Комплекснозначность диэлектрической проницаемости. Предельный вид диэлектрической проницаемости на больших частотах. Применимость предельной формулы для реальных физических систем. Плоская монохроматическая волна. Волновой вектор и его обобщение на комплексные значения. Показатель преломления. Выражение показателя преломления и коэффициента поглощения через действительную и мнимую части диэлектрической проницаемости.</p> <p>Нелинейная проницаемость. Нелинейности второго порядка для кристаллов без центра инверсии. Эффекты нелинейности в изотропных средах. Явление самофокусировки. Порядок нелинейности. Закон дисперсии. Фокусирующие и дефокусирующие среды.</p>
6	Рассеяние электромагнитных волн	Рассеяние электромагнитных волн свободными зарядами. Эффективное дифференциальное сечение рассеяния. Угловая зависимость дифференциального сечения рассеяния свободного заряда. Формула Томпсона для полного сечения рассеяния. Дифференциальное сечение рассеяния неполяризованной волны. Физическая интерпретация угловой зависимости сечения рассеяния неполяризованной волны. Рассеяние волн с малыми частотами. Комбинационное и когерентное рассеяние. Частотная зависимость интенсивности. Рассеяние волн с большими частотами. Сечение рассеяния системы зарядов с малыми собственными частотами. Когерентное и некогерентное рассеяние. Рассеяние электромагнитных волн на малых частицах.

### 4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Определение емкостных коэффициентов двух удаленных проводников с заданной емкостью. Задачи о распределении зарядов трех (и четырех) проводящих сфер расположенных в углах треугольника (квадрата)	1

1	1	Метод изображений для плоской проводящей поверхности. Метод изображений для сферы. Определение дипольного момента незаряженного проводника в однородном электрическом поле. Поляризуемость.	1
2	1	Определение поля проводящего незаряженного шара и цилиндра, помещенного в однородное внешнее поле.	1
2	1	Определение характеристик электрического поля в случае сферы, заряженной по поверхности по закону косинуса. Определение характеристик электрического поля от точечного диполя, расположенного в центре сферической полости, вырезанной в проводящей среде.	1
3	2	Задача о выделении джоулевого тепла в проводящей среде с заданными потенциалами электродов. Связь между потенциальными коэффициентами и коэффициентами сопротивления системы проводников в проводящей среде.	2
4	3	Манитное поле системы коаксиальных цилиндрических проводников. Магнитное поле цилиндрического проводника: метод уравнений Максвелла и метод векторного потенциала.	2
5	4	Квазистационарное поле в металлическом цилиндре с обмоткой. Исследование распределения плотности тока внутри цилиндра в случаях больших и малых частот.	2
6	4	Определение количества теплоты, выделившегося в цилиндре с токовой обмоткой в квазистационарном режиме. Определение активного сопротивления тонкого цилиндрического проводника при скин-эффекте.	2
7	5	Исследование углового распределения интенсивности излучения пульсирующей заряженной капли, деформирующейся с неизменной плотностью.	2
8	5	Определение характеристик поля заряженного тела, испытывающего радиальные (сферически-симметричные) пульсации.	2
		Итого:	16

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

Алтунин, К.К. Электродинамика, специальная теория относительности и электродинамика сплошных сред : учебно-методическое пособие / К.К. Алтунин. - 2-е изд. - Москва : Директ-Медиа, 2014. - 109 с. - ISBN 978-5-4475-0326-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240549>

Ландау, Л.Д. Теоретическая физика : учебное пособие : в 10-х т. / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц; ред. Л.П. Питаевский. - 4-е, изд., стереотип. - Москва : Физматлит, 2005. - Т. 8. Электродинамика сплошных сред. - 652 с. - ISBN 5-9221-0123-4, 5-9221-0053-X ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84180>

### 5.2 Дополнительная литература

1. Батыгин, В. В. Сборник задач по электродинамике [Текст] / В. В. Батыгин, И. Н. Топтыгин; под ред. М. М. Бредова. - 3-е изд., испр. - М. : РХД, 2002. - 640 с. - Библиогр.: с. 633-639. - ISBN 5-93972-155-9.

Кураев, А.А. Электродинамика и распространение радиоволн: Учебное пособие / А.А. Кураев, Т.Л. Попкова, А.К. Синицын. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 424 с.: ил.; 60x90 1/16. -

(Высшее образование: Бакалавриат). (п) ISBN 978-5-16-006211-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/367972>

3. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика : учебное пособие : в 10-х т. / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц; ред. Л.П. Питаевский. - 4-е, изд., стереотип. - Москва : Физматлит, 2003. - Т. 8. Электродинамика сплошных сред. - 652 с.

### 5.3 Периодические издания

Квантовая электроника : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2019.

Оптика и спектроскопия : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2019.

### 5.4 Интернет-ресурсы

<https://openedu.ru/course/> - «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Электродинамика»;

<https://openedu.ru/course/> - «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Электромагнетизм»

<http://www.femto.com.ua/index1.html> – энциклопедия физики и техники.

### 5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1. Операционная система Microsoft Windows

2. Пакет настольных приложений Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint, OneNote, Outlook, Publisher, Access)

3. Springer [Электронный ресурс] : база данных научных книг, журналов, справочных материалов / компания Springer Customer Service Center GmbH . – Режим доступа : <https://link.springer.com/>, в локальной сети ОГУ.

4. <https://www.scopus.com/> - реферативная база данных / компания Elsevier;

### 6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

#### ***К рабочей программе прилагаются:***

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.