

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
*Физический факультет*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Электродинамика**

Кафедра теоретической и вычислительной физики  
физического факультета

**Образовательная программа**

03.03.02 Физика

Профили подготовки

фундаментальная физика, медицинская физика

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Форма обучения

очная

Статус дисциплины: базовый модель направления

Махачкала 2022

Рабочая программа дисциплины «Электродинамика» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 - «Физика» от «8» августа 2020г. № 891.

Разработчик: кафедра теоретической и вычислительной физики Идаятов Эждер Инаятович. к.ф.-м.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена: 21 марта 2022г., протокол №7.

Зав. кафедрой



Муртазаев А.К.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «23» марта 2022г., протокол №7

Председатель



Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно- методическим управлением « 31» марта 2022г.

Начальник УМУ



Гасангаджиева А.Г

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Электродинамика» входит в обязательную часть в базовый модуль направления образовательной программы бакалавриата по направлению 03.03.02 – «Физика» (профиль – фундаментальная физика). Дисциплина реализуется на физическом факультете, кафедрой: теоретической и вычислительной физики. Данная дисциплина является основополагающей вместе с такими дисциплинами как: математический анализ, аналитическая геометрия, дифференциальное и интегральное исчисление, уравнения математической физики, механика, электричество и магнетизм, оптика, теоретическая механика, высшая математика, квантовая механика, термодинамика и статистическая физика

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: ОПК-1, ПК-3, ПК-7.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, практические занятия, самостоятельную работу.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме *опросов, контрольной работы и коллоквиума* и промежуточный контроль в форме *экзамена.*

Объем дисциплины 4 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе								
	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					консультации		
		Всего	из них						
	Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР				
5	144	84	36	-	48	-	-	24/36	Экзамен

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Электродинамика» являются подготовка специалистов-физиков широкого профиля, умеющих правильно решать многочисленные практические и теоретически важные задачи, в том числе возникающие на стыках различных научных направлений. Ознакомление с явлениями электромагнетизма, как будущей основы многих специальных дисциплин: физика плазмы, квантовая электродинамика, теория ускорителей, ядерная физика, физика твердого тела, электрических и магнитных измерений. Электродинамика – общетеоретический курс.

Овладение математическим аппаратом электродинамики и специальной теории относительности; знание теоретических основ электродинамики для понимания характера и объема упрощений, по необходимости допускаемых в школьных учебниках; умение эффективно применять полученные знания для решения конкретных задач, устанавливать внутренние взаимосвязи между наблюдаемыми опытными фактами.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина входит в базовую часть образовательной программы бакалавриата по направлению 03.03.02 - «Физика». Данная дисциплина является основополагающей вместе с такими дисциплинами как: математический анализ, аналитическая геометрия, дифференциальное и интегральное исчисление, уравнения математической физики, механика, электричество и магнетизм, оптика, теоретическая механика, высшая математика, квантовая механика, термодинамика и статистическая физика.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Код и наименование компетенции ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций соответствии ОПОП	и Планируемые результаты обучения (в с	Процедура освоения

<p>ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-1.1. Выявляет анализирует проблемы, возникающие в ходе профессиональной деятельности, основываясь на современной научной картине мира</p>	<p><b>Знает:</b> физико-математический аппарат, необходимый для решения задач профессиональной деятельности - тенденции и перспективы развития современной физики, а также смежных областей науки и техники.</p> <p><b>Умеет:</b> выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, анализировать и обрабатывать соответствующую научно-техническую литературу с учетом зарубежного опыта.</p> <p><b>Владет:</b> навыками находить и критически анализировать информацию, выявлять естественнонаучную сущность проблем.</p>	<p>Письменный опрос</p>
---	--	---	-------------------------

	<p>ОПК-1.2. Реализует и совершенствует новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности.</p>	<p><b>Знает:</b> основные понятия, идеи, методы, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач физики; новые методологические подходы к решению задач в области профессиональной деятельности.</p> <p><b>Умеет:</b> реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности.</p>	
	<p>ОПК-1.3. Проводит качественный и количественный анализ выбранного методов решения выявленной проблемы, при необходимости вносит необходимые коррективы.</p>	<p><b>Знает:</b> основы качественного и количественного анализа методов решения выявленной проблемы.</p> <p><b>Умеет:</b> выбирать метод решения выявленной проблемы, проводить его качественный и количественный анализ, при необходимости вносить необходимые коррективы для достижения оптимального результата.</p> <p><b>Владеет:</b> - навыками</p>	

		проводить качественный и количественный анализ методов решения выявленной проблемы, оценивать эффективность выбранного метода.	
ПК-3. Способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по предмету в профессиональной деятельности	ПК-3.1. Использует теоретические и практические знания постановки и решения педагогических задач в предметной области и в области образования	<b>Знает:</b> содержание, сущность, закономерности, принципы и особенности изучаемых явлений и процессов, базовые теории в предметной области; закономерности, определяющие место предмета в общей картине мира; программы и учебники по преподаваемому предмету; основы общетеоретических дисциплин в объеме, необходимом для решения педагогических, научно-методических и организационно-управленческих задач (педагогика, методика преподавания предмета.)	Разноуровневые задачи и задания
	ПК-3.2. Способен соотносить основные этапы развития предметной области с ее актуальными задачами, методами и концептуальными подходами, тенденциями и перспективами ее современного развития		

	ПК-3.3. Способен выделять структурные элементы, входящие в систему познания предметной области, анализировать их в единстве содержания, формы и выполняемых функций	ПК-3.3. Способен выделять структурные элементы, входящие в систему познания предметной области, анализировать их в единстве содержания, формы и выполняемых функций	<b>Умеет:</b> анализировать базовые предметные научно-теоретические представления о сущности, закономерностях, принципах и особенностях изучаемых явлений и процессов. <b>Владеет:</b> навыками понимания и системного анализа базовых научно-теоретических представлений для решения профессиональных задач.	
ПК-7. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области физики смежных с физикой науках	ПК-7.1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий исследований	ПК-7.1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий исследований	<b>Знает:</b> теоретические и экспериментальные основы современных методов исследований изучаемых процессов и явлений. <b>Умеет:</b> самостоятельно ставить задачу и решать ее; использовать достижения современных информационно-	Устный опрос, письменный опрос

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

#### 4.2. Структура дисциплины

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		

<b>Модуль 1. Уравнения Максвелла. Законы сохранения энергии и импульса.</b>									
1	Физический смысл уравнений Максвелла. Решение задач на уравнение Максвелла.	5		1	1			1	опрос
2	Уравнение движения заряда в электромагнитном поле.	5		2	2			1	опрос
3	Постулаты СТО. Следствия СТО	5		1	2			2	опрос
4	Четырехмерные векторы и тензоры.	5		1				2	опрос
5	Уравнение движения заряда в четырехмерной форме. Обобщенный импульс	5		1	2			2	опрос
6	Уравнение Гамильтона-Якоби в электромагнитном поле.	5		1				2	опрос
7	Вектор Умова-Пойтинга и вектор плотности импульса по Минковскому	5		1	1			2	опрос
8	Тензор энергии-импульса	5		1	1			2	опрос
9	Основы электродинамики движущихся сред	5		1	1			2	опрос
	Итого по 1 модулю	5		10	10			16	контрольная работа

**Модуль 2. Потенциалы поля. Электромагнитные волны.**

1	Запаздывающие потенциалы. Градиентная инвариантность потенциалов.	5		3	2			3	опрос
2	Уравнения Максвелла в вакууме.	5		2	3			3	опрос
3	Поляризация плоских монохроматических волн.	5		1	2			2	опрос
4	Дипольное и магнитодипольное излучения.	5		2	2			3	опрос

5	Рассеяние электромагнитных волн зарядами.	5		2	1			3	опрос
	Итого по 2 модулю			10	10			16	коллоквиум
<b>Модуль 3. Теория поляризации диэлектриков и намагничивания магнетиков.</b>									
1.	Полярные и неполярные диэлектрики	5		1	2				опрос
2.	Парамагнетики и диамагнетики.	5		2	2				опрос
3.	Ферромагнетики.	5		1				2	опрос
4.	Три класса задач в электростатике проводников и диэлектриков.	5		1	2			4	опрос
5.	Силы в электростатике.	5		1				2	опрос
6.	Энергия электростатического поля проводников	5		1				2	опрос
7.	Емкость. Коэффициенты емкости.	5		1	2			2	опрос
8.	Магнитостатика. Закон Био-Савара.	5		1	2			2	опрос
9.	Энергия постоянных токов. Силы в магнитостатике.	5		1	2				опрос
	<i>Итого по модулю 3:</i>			10	12			14	контрольная работа
<b>Модуль 4. Переменные токи и поля</b>									
1.	Квазистационарные токи. Уравнения Максвелла.	5		1	5				опрос
2.	Скин-эффект.	5		1	1				опрос
3.	Правила Кирхгофа.	5		1	2			2	опрос
4.	Электрическая цепь с емкостью, индуктивностью и сопротивлением	5		1	2			2	опрос
5.	Отражение и преломление волн.	5		1	2			1	опрос
6.	Распространение волн в диэлектриках и проводящих средах.	5		1	2			2	опрос

7.	Волны в волноводах. Электромагнитные колебания в резонаторе.	5		-	2		2	опрос
	<i>Итого по модулю 4:</i>			6	16		14	контрольная работа
13	Подготовка к экзамену	5					36	экзамен
	<b>ИТОГО:</b>			<b>36</b>	<b>48</b>		<b>58</b>	

### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

#### 4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

##### **Модуль 1. Уравнения Максвелла. Законы сохранения энергии и импульса.**

Уравнения Максвелла. Граничные условия. Физический смысл уравнений Максвелла. Решение задач на уравнение Максвелла. Уравнение движения заряда в электромагнитном поле. Постулаты СТО. Следствия СТО Четырехмерные векторы и тензоры. Уравнение движения заряда в четырехмерной форме. Обобщенный импульс. Уравнение Гамильтона-Якоби в электромагнитном поле.

Законы сохранения энергии и импульса. Основы электродинамики движущихся сред. Вектор Умова - Пойтинга и вектор плотности импульса по Минковскому. Тензор энергии-импульса. Основы электродинамики движущихся сред

##### **Модуль 2. Потенциалы поля. Электромагнитные волны.**

Потенциалы поля. Электромагнитные волны. Запаздывающие потенциалы. Градиентная инвариантность потенциалов. Уравнения Максвелла в вакууме. Поляризация плоских монохроматических волн. Дипольное и магнитодипольное излучения. Рассеяние электромагнитных волн зарядами.

##### **Модуль 3. Теория поляризации диэлектриков и намагничения магнетиков.**

Теория поляризации диэлектриков и намагничения магнетиков. Полярные и неполярные диэлектрики Парамагнетики и диамагнетики. Ферромагнетики.

Электростатика и магнитостатика. Три класса задач в электростатике проводников и диэлектриков. Силы в электростатике. Энергия электростатического поля проводников. Емкость. Коэффициенты емкости. Магнитостатика. Закон Био-Савара. Энергия постоянных токов. Силы в магнитостатике.

##### **Модуль 4. Переменные токи и поля.**

Переменные токи и поля. Квазистационарные токи. Уравнения Максвелла.

Скин-эффект. Правила Кирхгофа. Электрическая цепь с емкостью, индуктивностью и сопротивлением. Отражение и преломление волн. Распространение волн в диэлектриках и проводящих средах. Волны в

волноводах. Электромагнитные колебания в резонаторе. Основы магнитной гидродинамики.

#### 4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине.

<b>Модуль 1. Уравнения Максвелла. Законы сохранения энергии и импульса.</b>		
<b>Название темы</b>	<b>Содержание темы</b>	<b>Объем в часах</b>
Физический смысл уравнений Максвелла. Решение задач на уравнение Максвелла.	Первая и вторая пара уравнений Максвелла. Дифференциальная и интегральная формы.	2
Уравнение движения заряда в поле. Постулаты СТО. Четырехмерные векторы.	Движение заряда в электрическом и магнитном полях.	2
Векторы Умова и плотности импульса.	Законы сохранения энергии и импульса электромагнитного поля.	2
Тензор энергии – импульса.	Максвелловский тензор напряжений объемная плотность энергии.	2
Основы электродинамики движущихся сред.	Уравнения Минковского. Тензоры электромагнитного поля и возбуждения.	2
<b>Модуль 2. Потенциалы поля. Электромагнитные волны.</b>		
Запаздывающие потенциалы.	Градиентная инвариантность потенциалов. Мультипольные моменты	2
Уравнения Максвелла в вакууме.	Поперечность электромагнитных волн. Связь векторов поля с векторным потенциалом	2
Поляризация плоских волн.	Линейная, круговая и эллиптическая поляризации плоских монохроматических волн.	2
Дипольное и магнитодипольное излучения.	Интенсивности излучений. Квадрупольное излучение.	2
Рассеяние волн зарядами.	Сечение рассеяния. Рассеяние волн поляризованных по кругу и эллипсу.	2
<b>Модуль 3. Теория поляризации диэлектриков и намагничивания магнетиков.</b>		

Полярные неполярные диэлектрики. Магнетики.	и	Диэлектрики. Магнетики. Ферромагнетики.	2
Проводники диэлектрики электростатическом поле.	и в	Три класса задач. Силы в электростатике. Емкость.	2
Магнитостатика.		Закон Био – Савара. Энергия постоянных токов. Коэффициенты индукции.	2
<b>Модуль 4. Переменные токи и поля.</b>			
Квазистационарные токи.		Скин-эффект. Уравнения Максвелла для квазистационарных токов.	2
Правила Кирхгофа.		Электрическая цепь с емкостью, индуктивностью и сопротивлением. Резонанс.	2
Отражение преломление волн.	и	Законы отражения и преломления.	2
Распространение волн в металлах и диэлектриках.	и	Особенности распространения волн. Затухание в металлах.	2
Волны в волноводах. Резонаторы.		Е- и Н- волны. Особенности распространения. Затухание волн.	2

## 5. Образовательные технологии.

В течение семестра студенты посещают лекции, решают задачи, указанные преподавателем, к каждому семинару. В семестре проводятся контрольные работы (на семинарах). Зачет выставляется после решения всех задач контрольных работ, выполнения домашних и самостоятельных работ.

При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.

Обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

Для подготовки к занятиям также имеется электронный курс лекций, размещенный на сайте ДГУ, которые способствуют подготовке к сдаче экзамена.

В рамках учебного процесса предусмотрено приглашение для чтения лекций ведущих ученых из центральных вузов и академических институтов России.

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

### Самостоятельная работа студентов:

- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях;
- написание рефератов;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
Системы единиц. Международная система единиц СИ и гауссовая система единиц.	Международная и Гауссовая система единиц.
Поверхностные и объемные токи и заряды. Свободные и связанные заряды.	Свободные и связанные заряды и токи. Токи поляризации, намагничения, Роуланда.
Уравнения Максвелла в средах, в вакууме. Дифференциальная и интегральная формы.	Физический смысл и математическая запись уравнений Максвелла.
Общие следствия преобразований Лоренца: сокращение длины, растяжение времени, изменение массы.	Растяжение времени, сокращение длины, увеличение массы.
Скалярный и векторный потенциалы поля. Калибровочная инвариантность потенциалов. 4-потенциал. 4-ток. 4-волновой вектор. Эффект Доплера.	Калибровочная или градиентная инвариантность потенциалов. Запоздывающие потенциалы. Преобразование частоты.
Вывод уравнений движения заряда и уравнений Максвелла (2-пара) с помощью принципа наименьшего действия.	Принцип наименьшего действия в электродинамике.
Законы сохранения в релятивистской механике. Тензор энергии-импульса электромагнитного поля. Смысл компонент тензора.	Закон сохранения энергии и импульса в электродинамике. Вектор плотности импульса по Минковскому.
Ковариантная запись уравнений Максвелла в средах.	Четырехмерная запись уравнений Максвелла.
Три класса задач в электростатике.	Решение электростатических задач.
Магнитное поле постоянных объемных и линейных токов.	Объемные и линейные токи. Закон Био-Савара-Лапласа.
Квазистационарные токи. Глубина проникновения магнитного поля в проводник.	Скин-эффект.

Основы магнитной гидродинамики. Ограничение на величину напряженности магнитного поля в МГД. Проблема генерации магнитного поля.	Уравнения магнитной гидродинамики и условия применимости.
МГД волны и магнитозвуковые волны. Магнитная кумуляция. Эффект Холла и МГД-генераторы.	Три типа магнитогидродинамических волн в МГД.
Аналитические свойства функции $\varepsilon(\omega)$ Крамерса-Кронига. Электрические свойства плазмы.	Электрические свойства плазмы.

Результаты самостоятельной работы учитываются при аттестации бакалавра (экзамен). При этом проводятся: тестирование, опрос на практических занятиях, заслушиваются доклады, проверка контрольных работ и т.д.

## **7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

### **7.1. Типовые контрольные задания**

#### **7.1.1. Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы.**

1. Предмет и методы классической электродинамики. Границы применимости.
2. основные законы электродинамики. Уравнения Максвелла в средах и вакууме.
3. Система граничных условий для векторов  $E, D, H, B, J, P, M$ .
4. Уравнение движения заряда в электромагнитном поле. Сила Лоренца. Система единиц: СИ и гауссовая.
5. Преобразования Галилея и Лоренца для координат, времени и скорости.
6. Постулаты СТО. Общие следствия постулатов: сокращение длины, замедление хода часов, изменение массы.
7. Интервал. Собственное время.
8. Четырехмерные векторы и тензоры. Четырехмерные радиус-вектор, скорость, ускорение. 4-ток и 4-потенциал поля. Тензор электромагнитного поля.
9. Преобразования векторов электромагнитного поля. Инварианты поля.
10. Релятивистское обобщение законов Ньютона. 4-импульс и 4-сила.

11. Энергия и импульс в релятивистской механике. Формула Эйнштейна. Функции Лагранжа и Гамильтона.
12. Принцип наименьшего действия. Функции Лагранжа и Гамильтона. Частицы в электромагнитном поле. Обобщенный 4-импульс.
13. Тензор энергии-импульса электромагнитного поля.
14. Закон сохранения энергии поля. Вектор Умова-Пойтинга.
15. Закон изменения импульса поля. Вектор плотности импульса поля по Минковскому.
16. Уравнения Максвелла в движущихся средах.
17. Уравнения связи в движущихся средах. Уравнения Минковского.
18. Уравнения для потенциалов. Запаздывающие потенциалы.
19. Потенциалы Лиенара-Вихерта. Поле произвольно движущегося заряда.
20. Мультипольное разложение запаздывающих потенциалов. Три бласти разложения.
21. Разложение статических потенциалов по мультиполям.
22. Электромагнитное поле в вакууме. Плоские волны.
23. Поляризация плоских монохроматических волн.
24. Электрическое дипольное излучение. Интенсивность излучения.
25. Электрическое квадрупольное и магнитно-дипольное излучения.
26. Радиационное трение для медленно движущегося заряда.
27. Рассеяние и поглощение электромагнитных волн. Сечения рассеяния и поглощения. Формула Томсона.
28. Распространение электромагнитных волн в диэлектриках и проводящих средах.
29. Отражение и преломление волн на границе раздела двух сред.
30. Интенсивности волн. Формулы Френеля.
31. Усреднение уравнений поля.
32. Теории поляризации диэлектриков и намагничивания магнетиков.
33. Электростатика в материальных средах. Три класса задач в электростатике проводников и диэлектриков.
34. Энергия электростатического поля проводников. Коэффициенты емкости.
35. Силы в электрическом поле.
36. Магнитостатика в материальных средах. Постоянный ток. Законы Джоуля-Ленца и Био-Савара для объемных и линейных токов.
37. Энергия системы токов. Коэффициенты индукции.
38. Силы в магнитном поле.
39. Квазистационарные токи и поля. Скин-эффект.
40. Квазистационарные токи в линейных проводниках. Правила Кирхгофа.
41. Уравнения в магнитной гидродинамике. Приближения в МГД.
42. Магнитогидростатика. Линейный пинч.  $\theta$ -пинч.
43. Вмороженность магнитных силовых линий в среду.

44. Магнитогидродинамические волны. Волны Альфвена.
45. Распространение электромагнитных волн в волноводах.
46. Электромагнитные колебания в полых резонаторах.
47. Элементы геометрической и нелинейной оптики.
48. Аналитические свойства функции  $\varepsilon(\omega)$ . Формулы Крамерса-Кронига.  
Электрические свойства плазмы.
49. Дисперсионное уравнение для нахождения различных типов волн.
50. Эффект Вавилова-Черенкова.

### **7.1.2. Перечень вопросов к экзамену.**

1. Предмет и методы классической электродинамики. Границы применимости.
2. основные законы электродинамики. Уравнения Максвелла в средах и вакууме.
3. Система граничных условий для векторов  $E, D, H, B, J, P, M$ .
4. Уравнение движения заряда в электромагнитном поле. Сила Лоренца. Система единиц: СИ и гауссовая.
5. Преобразования Галилея и Лоренца для координат, времени и скорости.
6. Постулаты СТО. Общие следствия постулатов: сокращение длины, замедление хода часов, изменение массы.
7. Интервал. Собственное время.
8. Четырехмерные векторы и тензоры. Четырехмерные радиус-вектор, скорость, ускорение. 4-ток и 4-потенциал поля. Тензор электромагнитного поля.
9. Преобразования векторов электромагнитного поля. Инварианты поля.
10. Релятивистское обобщение законов Ньютона. 4-импульс и 4-сила.
11. Энергия и импульс в релятивистской механике. Формула Эйнштейна. Функции Лагранжа и Гамильтона.
12. Принцип наименьшего действия. Функции Лагранжа и Гамильтона. Частицы в электромагнитном поле. Обобщенный 4-импульс.
13. Тензор энергии-импульса электромагнитного поля.
14. Закон сохранения энергии поля. Вектор Умова-Пойтинга.
15. Закон изменения импульса поля. Вектор плотности импульса поля по Минковскому.
16. Уравнения Максвелла в движущихся средах.
17. Уравнения связи в движущихся средах. Уравнения Минковского.
18. Уравнения для потенциалов. Запаздывающие потенциалы.
19. Потенциалы Лиенара-Вихерта. Поле произвольно движущегося заряда.
20. Мультипольное разложение запаздывающих потенциалов. Три бласти разложения.

21. Разложение статических потенциалов по мультиполям.
22. Электромагнитное поле в вакууме. Плоские волны.
23. Поляризация плоских монохроматических волн.
24. Электрическое дипольное излучение. Интенсивность излучения.
25. Электрическое квадрупольное и магнитно-дипольное излучения.
26. Радиационное трение для медленно движущегося заряда.
27. Рассеяние и поглощение электромагнитных волн. Сечения рассеяния и поглощения. Формула Томсона.
28. Распространение электромагнитных волн в диэлектриках и проводящих средах.
29. Отражение и преломление волн на границе раздела двух сред.
30. Интенсивности волн. Формулы Френеля.
31. Усреднение уравнений поля.
32. Теории поляризации диэлектриков и намагничивания магнетиков.
33. Электростатика в материальных средах. Три класса задач в электростатике проводников и диэлектриков.
34. Энергия электростатического поля проводников. Коэффициенты емкости.
35. Силы в электрическом поле.
36. Магнитостатика в материальных средах. Постоянный ток. Законы Джоуля-Ленца и Био-Савара для объемных и линейных токов.
37. Энергия системы токов. Коэффициенты индукции.
38. Силы в магнитном поле.
39. Квазистационарные токи и поля. Скин-эффект.
40. Квазистационарные токи в линейных проводниках. Правила Кирхгофа.
41. Уравнения в магнитной гидродинамике. Приближения в МГД.
42. Магнитогидростатика. Линейный пинч.  $\theta$ -пинч.
43. Вмороженность магнитных силовых линий в среду.
44. Магнитогидродинамические волны. Волны Альфвена.
45. Распространение электромагнитных волн в волноводах.
46. Электромагнитные колебания в полых резонаторах.
47. Элементы геометрической и нелинейной оптики.
48. Аналитические свойства функции  $\epsilon(\omega)$ . Формулы Крамерса-Кронига.
49. Эффект Вавилова-Черенкова. Электрические свойства плазмы.
50. Дисперсионное уравнение для нахождения различных типов волн.

**7.1.3. Примерные контрольные тесты для текущего и итогового контроля подготовленности студентов по курсу.**

1. Какое из нижеприведенных уравнений является математическим выражением закона электромагнитной индукции Фарадея для среды в дифференциальной форме?

$$\begin{aligned}
 \text{a). } \operatorname{div} \vec{B} &= 0, & \text{б). } \operatorname{rot} \vec{E} &= -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{H}}{\partial t}, & \text{в). } \operatorname{rot} \vec{H} &= \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \\
 \text{г). } \operatorname{div} \vec{D} &= 4\pi\rho & \text{д). } \operatorname{rot} \vec{E} &= -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}
 \end{aligned}$$

2. Какое из нижеприведенных выражений правильно выражает скорость релятивистской частицы через ее импульс?

$$\begin{aligned}
 \text{а) } \vec{v} &= \vec{p} / \sqrt{m^2 + c^2} ; & \text{б) } \vec{v} &= c\vec{p} / \sqrt{m^2 + p^2 / c^2} ; & \text{в) } \vec{v} &= m\vec{p} / \sqrt{m^3 + p^3 / c^3} ; \\
 \text{г) } \vec{v} &= c\vec{p} / \sqrt{p^2 + m^2 c^2} ; & \text{д) } \vec{v} &= \vec{p} / m
 \end{aligned}$$

3. Какому из нижеприведенных условий удовлетворяет тангенциальная составляющая вектора  $\vec{H}$  при переходе через границу раздела двух сред?

$$\begin{aligned}
 \text{а) } H_{2t} + H_{1t} &= i_{nob}, & \text{б) } H_{2t} - H_{1t} &= 0, & \text{в) } H_{2t} - H_{1t} &= j \\
 \text{г) } H_{2t} - H_{1t} &= \frac{i_{nob}}{c}, & \text{д) } H_{2t} - H_{1t} &= ci_{nob}
 \end{aligned}$$

где  $j$  - плотность объемных токов;

$j_{пов}$  - плотность поверхностных токов.

4. Чему равны инварианты  $(\vec{E}\vec{H})$  и  $E^2 - H^2$  электромагнитного поля точечного заряда, движущегося произвольно?

$$\begin{aligned}
 \text{а) } (\vec{H}\vec{E}) &\neq 0, & E^2 - H^2 &> 0; & \text{б) } (\vec{H}\vec{E}) &= 0, & E^2 - H^2 &> 0 \\
 \text{в) } (\vec{H}\vec{E}) &= 0, & E^2 - H^2 &< 0; & \text{г) } (\vec{H}\vec{E}) &\neq 0, & E^2 - H^2 &= 0 \\
 \text{д) } (\vec{H}\vec{E}) &= 0, & E^2 - H^2 &= 0
 \end{aligned}$$

5. Подвижная система координат  $K'$  движется относительно  $K$  с постоянной по величине скоростью  $v$  вдоль оси  $OZ$ . Какая из ниже написанных формул выражает закон преобразования проекции  $V_y$  скорости тела при переходе от системы  $K$  к системе  $K'$ ?

$$\begin{aligned}
 \text{а). } v_y &= v'_y \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \left( 1 + \frac{v v'_y}{c^2} \right)^{-1}, & \text{б). } v_y &= (v'_y + v) \left( 1 + \frac{v v'_y}{c^2} \right)^{-1} \\
 \text{в). } v_y &= v'_y \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \left( 1 + \frac{v v'_y}{c^2} \right)^{-1}, & \text{г). } v_y &= (v'_y + v) \left( 1 + \frac{v v'_y}{c^2} \right)^{-1} \\
 \text{д). } v_y &= v'_y \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \left( 1 + \frac{v v'_y}{c^2} \right)^{-1}
 \end{aligned}$$

## **7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

### **Лекции**

- посещение занятий – 10 баллов,
- активное участие на лекциях – 15 баллов,
- устный опрос, тестирование, коллоквиум – 60 баллов,
- и др. (доклады, рефераты) – 15 баллов.

### **Практические занятия**

- посещение занятий – 10 баллов,
- активное участие на практических занятиях – 15 баллов,
- выполнение домашних работ – 15 баллов,
- выполнение самостоятельных работ – 20 баллов,
- выполнение контрольных работ – 40 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос – 60 баллов,
- письменная контрольная работа – 30 баллов,
- тестирование – 10 баллов.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

### ***а) основная литература:***

1. Ландау, Л. Д., Лифшиц, Е. М. Теория поля. — («Теоретическая физика», Т. II), — М.: Физматлит, 2012.
2. Ландау Ландау, Л. Д., Лифшиц, Е. М. Электродинамика сплошных сред. («Теоретическая физика», Т.VIII) — М.: Физматлит, 2003.
3. Тамм И. Е. Основы теории электричества: Учеб. пособие для вузов. — 11-е изд испр. и доп. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003.
4. Терлецкий Я.П., Рыбаков Ю.П., Электродинамика, Высшая школа, 1980г.

5. Батыгин В.В., Топтыгин И.Н., Сборник задач по электродинамике, Изд-во: Лань, 2010г.
6. Алексеев А.М., Сборник задач по классической электродинамике, Изд-во: Лань, 2008г.
7. Абдурахманов А.А., Идаятов Э.И., Методические указания к решению задач по курсу электродинамики, ДГУ, 1984г.

**б) дополнительная литература:**

1. Калашников С.Г. Электричество Изд-во: Физматлит, 2003г.
2. Калашников С.Г. Электричество: Учебн. Пособие, изд-во, ФМЛ, 2004г.
3. Максвелл Дж.К. Трактат об электричестве и магнетизме. В 2-х томах Изд-во: Наука, 1989г.
4. Пеннер Д.И., Угаров В.А. Электродинамика и специальная теория относительности. Изд-во: Просвещение, 1980г.
5. Вечеславов В.В. Электродинамика заряженных частиц в стационарных полях. Изд-во: НГТУ, 2002г.

## **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1. ЭБС IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>  
Лицензионный договор № 2693/17 от 02.10.2017г. об оказании услуг по предоставлению доступа. Доступ открыт с с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке( доступ будет продлен)
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) договор № 55\_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг.(доступ продлен до сентября 2019 года).
3. Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучением: [база данных] / Даг. гос. ун-т. - Махачкала, г. - Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. - URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 22.03.2018).
4. Доступ к электронной библиотеки на <http://elibrary.ru> основании лицензионного соглашения между ФГБОУ ВПО ДГУ и «ООО» «Научная Электронная библиотека» от 15.10.2003. (Раз в 5 лет обновляется лицензионное соглашение)
5. Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 от 1.08.2017г. Договор действует в течении 1 года с момента его подписания.
6. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (единое окно доступа к образовательным ресурсам).

7. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
8. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
9. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
10. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
11. Федеральный центр образовательного законодательства <http://www.lexed.ru>
12. <http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета МГУ.
13. <http://www.phys.spbu.ru/library/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета.

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Перечень учебно-методических материалов, предоставляемых студентам во время занятий:

- рабочие тетради студентов;
- наглядные пособия;
- словарь терминов;
- тезисы лекций,
- раздаточный материал по тематике лекций.

Оптимальным путем освоения дисциплины является посещение всех лекций и семинаров, выполнение предлагаемых заданий в виде задач, тестов и устных вопросов.

На лекциях рекомендуется деятельность студента в форме активного слушания, т.е. предполагается возможность задавать вопросы на уточнение понимания темы и рекомендуется конспектирование лекции. На семинарских занятиях деятельность студента заключается в активном обсуждении задач, решенных другими студентами, решении задач самостоятельно, выполнении контрольных заданий. В случае, если студентом пропущено лекционное или семинарское занятие, он может освоить пропущенную тему самостоятельно с опорой на план занятия, рекомендуемую литературу и консультативные рекомендации преподавателя.

Перед проведением экзамена проводится коллективная аудиторная консультация, на которой даются советы по подготовке к экзамену. В целом рекомендуется регулярно посещать занятия и выполнять текущие задания, что обеспечит достаточный уровень готовности к сдаче экзамена.

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

1. Программное обеспечение для лекций, средство просмотра изображений.
2. Программное обеспечение в компьютерный класс, средство просмотра изображений, интернет, e-mail.

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Лекционные и практические занятия проводятся в аудиториях факультета. Технические средства обучения, используемые в учебном процессе для освоения дисциплины:

1. компьютерное оборудование, которое используется в ходе изложения лекционного материала;
2. пакет плакатов и графиков, используемых в ходе текущей работы, а также для промежуточного и итогового контроля;
3. электронная библиотека курса и Интернет-ресурсы – для самостоятельной работы;
4. ноутбук, мультимедиа проектор для презентаций, экран.