



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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электродинамика

Кафедра теоретической и математической физики, физического факультета

Образовательная программа

03.03.02 Физика

Профили подготовки

фундаментальная физика, медицинская физика

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Форма обучения

очная

Статус дисциплины: базовая

Махачкала 2017

Рабочая программа дисциплины составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» (уровень бакалавриат) от «7» августа 2014г. № 937.

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

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры теоретической и математической физики от «29» марта 2017г., протокол № 7.

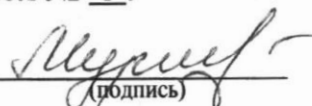
Зав. кафедрой


(подпись)

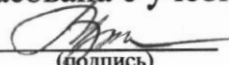
Мусаев Г.М.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «30» марта 2017г., протокол № 8.

Председатель


(подпись)

Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «3» апреля 2017г. 
(подпись) Гасангаджиева А.Г.

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация рабочей программы дисциплины	4
1. Цели освоения дисциплины	5
2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата	5
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).....	6
4. Объем, структура и содержание дисциплины.....	8
4.1. Объем дисциплины	8
4.2. Структура дисциплины.....	8
4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).....	10
5. Образовательные технологии	12
6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.....	13
7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.....	14
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.	14
7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.	17
7.3. Типовые контрольные задания	19
7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.....	23
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.	25
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	25
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	26
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.	27
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	27

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Электродинамика» входит в базовую часть образовательной программы бакалавриата по направлению 03.03.02 - «Физика».

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой теоретической и математической физики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением явлений 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.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:

- общекультурных – ОК-2;
- общепрофессиональных – ОПК-3;
- профессиональных – ПК-1, 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 5 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия						СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцирован ный зачет, экзамен
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всего	из них						
Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
5	180	50	-	36	-	-	94	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 ООП 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).

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОК-2	<p>способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные этапы развития и возникновения классической электродинамики; • хронологию открытий в области электродинамики; • ученых, внесших основной вклад в развитии электродинамики. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • критически оценивать следствия тех или иных решений, открытий в электродинамике, на дальнейший ход развития науки в целом.
ОПК-3	<p>способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные законы классической электродинамики, лежащие в ее основе; • имена ученых, открывших эти законы; • физический смысл этих законов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять знания полученные при изучении классической электродинамики, для решения конкретных электродинамических задач; • применять эти законы для решения различных задач смежных дисциплин физики. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • возможностью применять методы электродинамики, ход и историю развития электродинамики для формирования общих взглядов на характер науки, научных

		<p>исследований;</p> <ul style="list-style-type: none"> • всем аппаратом методов электродинамики для решения различных проблем в человеческом обществе, в научных исследованиях.
ПК-1	<p>способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные законы и методы классической электродинамики; • возможности применения этих законов и методов для освоения, изучения дисциплин, как квантовая механика, термодинамика и т.д. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • разработать вариант решения различных задач смежных дисциплин на основе законов электродинамики. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • существующими методами, законами электродинамики, которые можно применить для решения задач в области магнитной гидродинамики, электротехники.
ПК-7	<p>способностью участвовать в подготовке и составлении научной документации по установленной форме.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные стандарты, формы, правила составления научной документации и их отдельные особенности. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • составлять отчеты по проделанной научной работе; • написать статьи, доклады для выступления на различных форумах, заседаниях, семинарах. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • типовыми методологиями, приемами, технологиями, применяемыми при написании, составлении обзоров проведенных научных исследований.

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

4.2. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) / Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Трудоемкость	Лекции	Практич. занятия	Самостоят. работа	
Модуль 1. Уравнения Максвелла. Законы сохранения энергии и импульса.							
1.	Физический смысл уравнений Максвелла. Решение задач на уравнение Максвелла.	5	3	1	1	1	опрос
2.	Уравнение движения заряда в электромагнитном поле.		3	2	1		опрос
3.	Постулаты СТО. Следствия СТО		1	1			опрос
4.	Четырехмерные векторы и тензоры.		4	2	1	1	опрос
5.	Уравнение движения заряда в четырехмерной форме. Обобщенный импульс		4	2	1	1	опрос
6.	Уравнение Гамильтона-Якоби в электромагнитном поле.		3	2		1	опрос
7.	Вектор Умова-Пойтинга и вектор плотности импульса по Минковскому		6	2	2	2	опрос
8.	Тензор энергии-импульса		6	2	2	2	опрос
9.	Основы электродинамики движущихся сред		6	2	2	2	опрос
Итого по модулю 1			36	16	10	10	контрольная работа

Модуль 2. Потенциалы поля. Электромагнитные волны.							
1.	Запаздывающие потенциалы. Градиентная инвариантность потенциалов.	5	8	3	2	3	опрос
2.	Уравнения Максвелла в вакууме.		8	2	3	3	опрос
3.	Поляризация плоских монохроматических волн.		7	3	2	2	опрос
4.	Дипольное и магнитодипольное излучения.		7	2	2	3	опрос
5.	Рассеяние электромагнитных волн зарядами.		6	2	1	3	опрос
Итого по модулю 2			36	12	10	14	коллоквиум
Модуль 3. Теория поляризации диэлектриков и намагничения магнетиков.							
1.	Полярные и неполярные диэлектрики	5	4	1	1	2	опрос
2.	Парамагнетики и диамагнетики.		5	2	1	2	опрос
3.	Ферромагнетики.		3	1		2	опрос
4.	Три класса задач в электростатике проводников и диэлектриков.		6	1	1	4	опрос
5.	Силы в электростатике.		3	1		2	опрос
6.	Энергия электростатического поля проводников		3	1		2	опрос
7.	Емкость. Коэффициенты емкости.		4	1	1	2	опрос
8.	Магнитостатика. Закон Био-Савара.		4	1	1	2	опрос
9.	Энергия постоянных токов. Силы в магнитостатике.		4	1	1	2	опрос
Итого по модулю 3			36	10	6	20	контрольная работа
Модуль 4. Переменные токи и поля.							
1.	Квазистационарные токи. Уравнения Максвелла.	5	5	2	1	2	опрос
2.	Скин-эффект.		4	1	1	2	опрос
3.	Правила Кирхгофа.		5	2	1	2	опрос
4.	Электрическая цепь с емкостью, индуктивностью и сопротивлением		5	1	2	2	опрос

5.	Отражение и преломление волн.		5	2	1	2	опрос
6.	Распространение волн в диэлектриках и проводящих средах.		6	2	2	2	опрос
7.	Волны в волноводах. Электромагнитные колебания в резонаторе.		6	2	2	2	опрос
Итого по модулю 4			36	12	10	14	контрольная работа
Модуль 5. Подготовка к экзамену		5	36				экзамен
ИТОГО			180	50	36	58	

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

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.

Наименование тем и содержание практических занятий.

Модуль 1. Уравнения Максвелла. Законы сохранения энергии и импульса.		
Название темы	Содержание темы	Объем в часах
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
Модуль 2. Потенциалы поля. Электромагнитные волны.		
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	Интенсивности излучений. Квадрупольное излучение.	2

излучения.		
Рассеяние волн зарядами.	Сечение рассеяния. Рассеяние волн поляризованных по кругу и эллипсу.	2
Модуль 3. Теория поляризации диэлектриков и намагничения магнетиков.		
Полярные и неполярные диэлектрики. Магнетики.	Диэлектрики. Магнетики. Ферромагнетики.	2
Проводники и диэлектрики в электростатическом поле.	Три класса задач. Силы в электростатике. Емкость.	2
Магнитостатика.	Закон Био – Савара. Энергия постоянных токов. Коэффициенты индукции.	2
Модуль 4. Переменные токи и поля.		
Квазистационарные токи.	Скин-эффект. Уравнения Максвелла для квазистационарных токов.	2
Правила Кирхгофа.	Электрическая цепь с емкостью, индуктивностью и сопротивлением. Резонанс.	2
Отражение и преломление волн.	Законы отражения и преломления.	2
Распространение волн в металлах и диэлектриках.	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 гауссова система единиц.	Международная и Гауссова 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. Запаздывающие 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. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОК-2	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные этапы развития и возникновения классической электродинамики; • хронологию открытий в области электродинамики; • ученых, внесших основной вклад в развитии электродинамики. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Критически оценивать следствия тех или иных решений, открытий в 	Устный опрос, письменный опрос

	электродинамике, на дальнейший ход развития науки в целом.	
ОПК-3	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные законы классической электродинамики, лежащие в ее основе; • имена ученых, открывших эти законы; • физический смысл этих законов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять знания полученные при изучении классической электродинамики, для решения конкретных электродинамических задач; • применять эти законы для решения различных задач смежных дисциплин физики. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • возможностью применять методы электродинамики, ход и историю развития электродинамики для формирования общих взглядов на характер науки, научных исследований; • всем аппаратом методов электродинамики для решения различных проблем в человеческом обществе, в научных исследованиях. 	Письменный опрос
ПК-1	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные законы и методы классической электродинамики; • возможности применения этих законов и методов для освоения, изучения дисциплин, как квантовая механика, термодинамика и т.д. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • разработать вариант решения различных задач смежных дисциплин на основе законов электродинамики. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • существующими методами, законами электродинамики, которые можно 	Устный опрос, мини-конференция

	применить для решения задач в области магнитной гидродинамики, электротехники.	
ПК-7	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные стандарты, формы, правила составления научной документации и их отдельные особенности. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • составлять отчеты по проделанной научной работе; • написать статьи, доклады для выступления на различных форумах, заседаниях, семинарах. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • типовыми методологиями, приемами, технологиями, применяемыми при написании, составлении обзоров проведенных научных исследований. 	Эссе, доклад, сообщение

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

ОК-2

Схема оценки уровня формирования компетенции «способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о роли науки конкретно классической электродинамики в развитии цивилизации, о соотношении теории и практики.	Представляет влияние классической электродинамики на предыдущую и современную деятельность человека.	Может оценить связь человеческого прогресса с законами классической электродинамики и решать задачи с помощью уравнений и методов электродинамики.	Демонстрирует успешное владение всем арсеналом достижений классической электродинамики и как в области чисто теоретических задач, так и практических задач.

ОПК-3

Схема оценки уровня формирования компетенции «способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Имеет представление о возможности использования законов классической электродинамики для решения конкретных профессиональных задач.	Знает, что с помощью уравнений и законов электродинамики можно решать различные задачи по электричеству и магнетизму и ряду других разделов.	Умеет ставить конкретно граничные условия к электродинамическим задачам и получить однозначные ответы на решаемые задачи.	Умеет критически анализировать полученные решения, осмыслить их; установить границы применимости полученных решений.

ПК-1

Схема оценки уровня формирования компетенции «способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Понимание роли специализированных знаний в области классической электродинамики для лучшего понимания других физических дисциплин.	Может использовать полученные знания в области электродинамики для освоения других дисциплин.	Умение грамотно и корректно применять законы электродинамики для решения проблем в области применения электрических и магнитных явлений для улучшения качества и надежности приборов, создаваемых на основе этих явлений.	Умеет добиться успешного и эффективного применения перспективных методов электродинамик и для решения профессиональных задач; умеет корректно поставить граничные условия к решаемым задачам.

ПК-7

Схема оценки уровня формирования компетенции «способность участвовать в подготовке и составлении научной документации по установленной форме».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о роли коллектива и необходимости кооперации для решения, составления отчета научных исследований.	Знает о необходимости коллективной работы, о методах работы с коллегами для получения наилучших результатов в научных исследованиях.	Знает истории успешных коллективных проектов и успешного плодотворного сотрудничества.	Демонстрирует понимание преимуществ коллективной работы как в научных исследованиях, так и в составлении отчетов, обзоров проделанной работы.

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

7.3. Типовые контрольные задания

7.3.1. 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 $\vec{E}, \vec{D}, \vec{H}, \vec{B}, \vec{J}, \vec{P}, \vec{M}$.
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. θ -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. Электрические свойства плазмы.
49. Дисперсионное уравнение для нахождения различных типов волн.
50. Эффект Вавилова-Черенкова.

7.3.2. 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 $\vec{E}, \vec{D}, \vec{H}, \vec{B}, \vec{J}, \vec{P}, \vec{M}$.
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 магнитом 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. θ -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.

7.3.3. 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?

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

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

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

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

$$\begin{array}{lll}
 \text{а) } H_{2t} + H_{1t} = i_{nob}, & \text{б) } H_{2t} - H_{1t} = 0, & \text{в) } H_{2t} - H_{1t} = j \\
 \text{г) } H_{2t} - H_{1t} = \frac{i_{nob}}{c} 4\pi, & \text{д) } H_{2t} - H_{1t} = ci_{nob} &
 \end{array}$$

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?

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

5. Подвижная система координат K' движется относительно K с постоянной по величине скоростью \vec{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' ?

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

7.4. 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.

Критерии оценок на экзаменах

В экзаменационный билет рекомендуется включать не менее 3 вопросов, охватывающих весь пройденный материал, также в билетах могут быть задачи и примеры. Ответы на все вопросы оцениваются максимум **100 баллами**.

Критерии оценок следующие:

- **100 баллов** - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности.
- **90 баллов** - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности.
- **80 баллов** - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает некоторые ошибки общего характера.
- **70 баллов** - студент хорошо понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновывать некоторые выводы.
- **60 баллов** - студент отвечает в основном правильно, но чувствуется механическое заучивание материала.
- **50 баллов** - в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки.
- **40 баллов** - ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки.
- **20-30 баллов** - студент имеет общее представление о теме, но не умеет логически обосновать свои мысли.
- **10 баллов** - студент имеет лишь частичное представление о теме.
- **0 баллов** – нет ответа.

Эти критерии носят в основном ориентировочный характер. Если в билете имеются задачи, они могут быть более четкими.

Шкала диапазона для перевода рейтингового балла в «5»-бальную систему:

«0 – 50» баллов – неудовлетворительно

- «51 – 65» баллов – удовлетворительно
«66 - 85» баллов – хорошо
«86 - 100» баллов – отлично

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. Международная база данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. Научные журналы и обзоры издательства Elsevier <http://www.sciencedirect.com/>

3. Ресурсы Российской электронной библиотеки www.elibrary.ru, включая научные обзоры журнала Успехи физических наук www.ufn.ru
4. Региональный ресурсный Центр образовательных ресурсов <http://rrc.dgu.ru/>
5. Электронные ресурсы Издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/>
6. <http://physweb.ru/db/section/e190500000>
7. Электронная библиотека механико-математического факультета МГУ <http://lib.mexmat.ru/>
8. Научно-образовательный центр при МИАН <http://www.mi.ras.ru/>
9. Книги по электродинамике <http://www.sciteclibrary.ru/cgi-bin/yabb2/YaBB.pl?num=1170686788>.

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.