

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электродинамика

Кафедра Общей и теоретической физики, физического факультета

Образовательная программа

03.03.02 Физика

Профили подготовки

фундаментальная физика, медицинская физика

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Форма обучения

очная

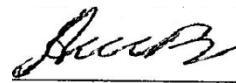
Статус дисциплины: базовая

Махачкала 2020

Рабочая программа дисциплины «Электродинамика» составлена в 2020 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» (уровень бакалавриат) от «7» августа 2014г. № 937.

Разработчик: кафедра Общей и теоретической физики

Идаятов Эждер Инаятович. к.ф.-м.н., доцент



Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры общей и теоретической физики от «21» января 2020г., протокол №5.

Зав. кафедрой



Муртазаев А.К.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «28» февраля 2020г., протокол №6

Председатель



Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «26» марта 2020г.

Начальник УМУ



Гасангаджиева А.Г

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 общей и теоретической 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.

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

Семе стр	Учебные занятия								Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированн ый зачет, экзамен
	в том числе								
	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем						СРС, в том числе экзаме н	
		Всего	из них						
			Лекции	Лабораторн ые занятия	Практичес кие занятия	КСР	консульта ции		
5	180	78	44	-	34	-	-	102	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 компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
ОК-2	способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции.	Знать: • основные этапы развития и возникновения классической электродинамики; • хронологию открытий в области электродинамики; • ученых, внесших основной вклад

		в развитии электродинамики. Уметь: критически оценивать следствия тех или иных решений, открытий в электродинамике, на дальнейший ход развития науки в целом.
ОПК-3	способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.	Знать: - основные законы классической электродинамики, лежащие в ее основе; - имена ученых, открывших эти законы; - физический смысл этих законов. Уметь: - применять знания полученные при изучении классической электродинамики, для решения конкретных электродинамических задач; - применять эти законы для решения различных задач смежных дисциплин физики. Владеть: - 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.

ПК-1	способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин.	Знать: • основные законы и методы классической электродинамики; • возможности применения этих законов и методов для освоения, изучения дисциплин, как квантовая механика, термодинамика и т.д. Уметь: • разработать вариант решения различных задач смежных дисциплин на основе законов электродинамики. Владеть: • существующими методами, законами электродинамики, которые можно применить для решения задач в области магнитной гидродинамики, электротехники.
------	---	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 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	Лабораторн ые занятия	Контроль самост. раб.		
	Модуль 1. Уравнения Максвелла. Законы сохранения энергии и импульса.								
1	Физический смысл уравнений Максвелла. Решение задач на уравнение Максвелла.	5		1	1			1	опрос

2	Уравнение движения заряда в электромагнитном поле.	5		2	1				опрос
3	Постулаты СТО. Следствия СТО	5		1					опрос
4	Четырехмерные векторы и тензоры.	5		2	1			1	опрос
5	Уравнение движения заряда в четырехмерной форме. Обобщенный импульс	5		2	1			1	опрос
6	Уравнение Гамильтона-Якоби в электромагнитном поле.	5		2				1	опрос
7	Вектор Умова-Пойтинга и вектор плотности импульса по Минковскому	5		2	2			2	опрос
8	Тензор энергии-импульса	5		2	2			2	опрос
9	Основы электродинамики движущихся сред	5		2	2			2	опрос
	Итого по 1 модулю	5		16	10			10	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		3	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			12	10			14	коллоквиум

Модуль 3. Теория поляризации диэлектриков и намагничивания магнетиков.

1.	Полярные и	5		1	1			2	опрос
----	------------	---	--	---	---	--	--	---	-------

	неполярные диэлектрики								
2.	Парамагнетики и диамагнетики.	5		2	1			2	опрос
3.	Ферромагнетики.	5		1				2	опрос
4.	Три класса задач в электростатике проводников и диэлектриков.	5		1	1			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	1			2	опрос
8.	Магнитостатика. Закон Био-Савара.	5		1	1			2	опрос
9.	Энергия постоянных токов. Силы в магнитостатике.	5		1	1			2	опрос
	<i>Итого по модулю 3:</i>			10	6			20	контрольная работа
Модуль 4. Переменные токи и поля									
1.	Квазистационарные токи. Уравнения Максвелла.	5		2	1			2	опрос
2.	Скин-эффект.	5		1	1			2	опрос
3.	Правила Кирхгофа.	5			1			6	опрос
4.	Электрическая цепь с емкостью, индуктивностью и сопротивлением	5			2			4	опрос
5.	Отражение и преломление волн.	5		1	1			4	опрос
6.	Распространение волн в диэлектриках и проводящих средах.	5			2			2	опрос
7.	Волны в волноводах. Электромагнитные колебания в резонаторе.	5		2				2	опрос
	<i>Итого по модулю 4:</i>			6	8			22	контрольная работа

Модуль 5. Подготовка к экзамену									
13	Подготовка к экзамену	5						36	экзамен
	ИТОГО:			44	34			102	

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 намагничивания магнетиков.

Теория поляризации диэлектриков и намагничивания 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 практических занятий по дисциплине.

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 излучения.	Интенсивности излучений. Квадрупольное излучение.	2
Рассеяние волн зарядами.	Сечение рассеяния. Рассеяние волн поляризованных по кругу и эллипсу.	2
Модуль 3. Теория поляризации диэлектриков и намагничивания 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.

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	Объем в часах
Системы единиц. Международная система единиц СИ и гауссова система единиц.	Международная и Гауссова система единиц.	1
Поверхностные и объемные токи и заряды. Свободные и связанные заряды.	Свободные и связанные заряды и токи. Токи поляризации, намагничивания, Роуланда.	3
Уравнения Максвелла в средах, в вакууме. Дифференциальная и интегральная формы.	Физический смысл и математическая запись уравнений Максвелла.	6
Общие следствия преобразований Лоренца: сокращение длины, растяжение времени, изменение массы.	Замедление времени, сокращение длины, увеличение массы.	3
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.	6
Вывод уравнений движения заряда и уравнений Максвелла (2-пара) с помощью принципа наименьшего действия.	Принцип наименьшего действия в электродинамике.	4
Законы сохранения в релятивистской механике. Тензор энергии-импульса электромагнитного поля.	Закон сохранения энергии и импульса в электродинамике. Вектор плотности импульса по Минковскому.	2

Смысл компонент тензора.		
Ковариантная запись уравнений Максвелла в средах.	Четырехмерная запись уравнений Максвелла.	4
Три класса задач в электростатике.	Решение электростатических задач.	8
Магнитное поле постоянных объемных и линейных токов.	Объемные и линейные токи. Закон Био-Савара-Лапласа.	4
Квазистационарные токи. Глубина проникновения магнитного поля в проводник.	Скин-эффект.	3
Основы магнитной гидродинамики. Ограничение на величину напряженности магнитного поля в МГД. Проблема генерации магнитного поля.	Уравнения магнитной гидродинамики и условия применимости.	4
МГД волны и магнитозвуковые волны. Магнитная кумуляция. Эффект Холла и МГД-генераторы.	Три типа магнитогидродинамических волн в МГД.	5
Аналитические свойства функции $\varepsilon(\omega)$ Крамерса-Кронига. Электрические свойства плазмы.	Электрические свойства плазмы.	5

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.

Код и наименование компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОК-2	способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции.	Знать: • основные этапы развития и возникновения классической электродинамики; • хронологию открытий в области электродинамики; • ученых, внесших основной вклад в развитии электродинамики. Уметь: • Критически оценивать следствия тех или иных решений, открытий в электродинамике, на дальнейший ход развития науки в целом.	Устный опрос, письменный опрос
ОПК-3	способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.	Знать: • основные законы классической электродинамики, лежащие в ее основе; • имена ученых, открывших эти законы; • физический смысл этих законов. Уметь: • применять знания полученные при изучении классической электродинамики, для решения конкретных электродинамических задач; • применять эти законы для решения различных задач смежных дисциплин физики. Владеть: • возможностью применять методы электродинамики, ход и историю развития электродинамики для формирования общих взглядов на характер науки, научных	Письменный опрос

		исследований; • всем аппаратом методов электродинамики для решения различных проблем в человеческом обществе, в научных исследованиях.	
ПК-1	способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин.	Знать: • основные законы и методы классической электродинамики; • возможности применения этих законов и методов для освоения, изучения дисциплин, как квантовая механика, термодинамика и т.д. Уметь: • разработать вариант решения различных задач смежных дисциплин на основе законов электродинамики. Владеть: • существующими методами, законами электродинамики, которые можно применить для решения задач в области магнитной гидродинамики, электротехники.	Устный опрос, мини-конференция

7.2. Типовые контрольные задания

7.2.1. 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 гауссова.
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 $\varepsilon(\omega)$. Формулы Крамерса-Кронига. Электрические свойства плазмы.
49. Дисперсионное уравнение для нахождения различных типов волн.
50. Эффект Вавилова-Черенкова.

7.2.2. 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 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.
49. Эффект Вавилова-Черенкова. Электрические свойства плазмы.
50. Дисперсионное уравнение для нахождения различных типов волн.

7.2.3. 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?

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

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

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

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

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

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?

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

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' ?

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

7.3. 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. Гринев А.Ю. Основы электродинамики с Matlab [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ю. Гринев, Е.В. Ильин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2012. — 176 с. — 978-5-98704-700-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13009.html> (12.10.2018)
2. Кухарь Е.И. Лекции по учебной дисциплине «Основы теоретической физики». Электродинамика. [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.И. Кухарь. — Электрон. текстовые данные. — Волгоград:

Волгоградский государственный социально-педагогический университет, 2017. — 57 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70731.html> (12.10.2018)

3. Боков Л.А. Электродинамика и распространение радиоволн [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.А. Боков, В.А. Замотринский, А.Е. Мандель. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2013. — 410 с. — 978-5-86889-578-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72050.html> (12.10.2018)
4. Ландау, Л. Д., Лифшиц, Е. М. Теория поля. — («Теоретическая физика», Т. II), — М.: Физматлит, 2012.
5. Ландау Ландау, Л. Д., Лифшиц, Е. М. Электродинамика сплошных сред. («Теоретическая физика», Т. VIII) — М.: Физматлит, 2003.
6. Тамм И. Е. Основы теории электричества: Учеб. пособие для вузов. — 11-е изд испр. и доп. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003.
7. Терлецкий Я.П., Рыбаков Ю.П., Электродинамика, Высшая школа, 1980г.
8. Батыгин В.В., Топтыгин И.Н., Сборник задач по электродинамике, Изд-во: Лань, 2010г.
9. Алексеев А.М., Сборник задач по классической электродинамике, Изд-во: Лань, 2008г.
10. Абдурахманов А.А., Идаятов Э.И., Методические указания к решению задач по курсу электродинамики, ДГУ, 1984г.

б) дополнительная литература:

1. **Яворский, Борис Михайлович.** Основы физики : [в 2 т.]. Т.1 : Механика. Молекулярная физика. Электродинамика / Яворский, Борис Михайлович, А. А. Пинский ; под ред. Ю.И.Дика. - 5-е изд., стер. - М. : Физматлит: Наука/ Интерпериодика, 2003. - 575 с. : ил. ; 22 см. - Предм. указ.: с. 568-575. - ISBN 5-9221-0382-2 : 144-76.
2. Калашников С.Г. Электричество Изд-во: Физматлит, 2003г.
3. Калашников С.Г. Электричество: Учебн. Пособие, изд-во, ФМЛ, 2004г.
4. Максвелл Дж.К. Трактат об электричестве и магнетизме. В 2-х томах Изд-во: Наука, 1989г.
5. Пеннер Д.И., Угаров В.А. Электродинамика и специальная теория относительности. Изд-во: Просвещение, 1980г.
6. 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 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке(доступ будет продлен)
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» 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 обучения: [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.пф/>. 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.