МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра теоретической физики

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета
_____ И.С. Огнев
(подпись)

«17» мая 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
«Электродинамика»

Направление подготовки
03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль)
Телекоммуникационные системы и технологии

Форма обучения
очная

Программа одобрена
на заседании кафедры
от «18» апреля 2022 года, протокол № 8

Программа одобрена НМК
физического факультета
протокол № 5 от «11» мая 2022 года

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина дает студентам базовые знания по основам теории электромагнитного поля и вырабатывает навыки практического применения полученных знаний к решению прикладных задач.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы, входит в модуль «Теоретическая физика». и посвящена изучению основ специальной теории относительности, теории электромагнитного поля в вакууме и в веществе.

Для освоения данной дисциплиной студенты должны владеть математическим аппаратом векторного и тензорного анализа, линейной алгебры, дифференциального исчисления, уметь решать основные типы дифференциальных уравнений, знать специальные функции математической физики и их свойства, знать основы теоретической механики, иметь представление об основных понятиях курсов общей физики по электричеству и оптике.

Полученные в курсе знания необходимы для изучения последующих дисциплин модуля «Теоретическая физика», а также для продолжения обучения в магистратуре по направлению Физика.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	**Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)**	**Перечень планируемых результатов обучения**
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-1 Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ИД-ОПК-1_1 Осуществляет постановку задачи, выбирает способ ее решения	**Уметь:** - определять движение зарядов (в том числе релятивистских) в заданных электрических и магнитных полях, - формулировать и решать задачи по нахождению электрических и магнитных полей по заданным зарядам и токам, - применять приближенные методы для расчетов электромагнитных полей (мультипольные разложения и др.), - формулировать и решать задачи по нахождению электрических и магнитных полей в веществе, - применять математические методы для расчетов электромагнитных полей в веществе, - при решении задач пользоваться двумя системами электромагнитных единиц: гауссовой и СИ.
	ИД-ОПК-1_1 Применяет математический аппарат, физические законы и теории	**Знать:** - об электромагнитном взаимодействии как об одном из фундаментальных взаимодействий в природе. - основные положения специальной теории отно-

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
	для решения прикладных и теоретических задач, в том числе педагогической деятельности	сительности и динамики релятивистских частиц, - физическое содержание уравнений Максвелла как основы теории электромагнитного поля, - уравнения для потенциалов электромагнитного поля и их решения для статических и переменных во времени токах и зарядах, - основные закономерности излучения электромагнитных волн движущимися зарядами, - об особенностях электромагнитных процессов и об усредненных характеристиках электромагнитного поля в веществе, - определения и физический смысл основных характеристик состояний вещества в электромагнитном поле (вектор поляризации и вектор намагничения) и основных характеристик (напряженностей и индукций) электромагнитного поля в веществе и связь между ними, - уравнения Максвелла в веществе и их физическое содержание, - основные эффекты, возникающие в диэлектриках, магнетиках и проводниках под действием постоянного и переменного электромагнитных полей. **Владеть навыками:** - практического применения формул специальной теории относительности для описания релятивистских частиц (энергии-импульса частиц, времени жизни на лету и длин пробега, движения релятивистских зарядов в электрических и магнитных полях). - нахождения электрических и магнитных полей по заданным токам и зарядам, - вычисления мультипольных моментов простейших систем токов и зарядов, - расчетов интенсивностей излучения электромагнитных волн простейшими излучателями. - практического решения задач по нахождению электрических и магнитных полей в веществе по заданным токам и зарядам и граничным условиям.

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 акад. часа.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
			Контактная работа					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Введение.	5	1						
2	Основы специальной теории относительности (СТО)	5	4	4				4	Задания для самостоятельной работы,
3	Основные уравнения электродинамики	5	5	4		1		4	Задания для самостоятельной работы
4	Постоянные электрическое и магнитное поля	5	4	4		1		4	Задания для самостоятельной работы Контрольная работа № 1
5	Переменное электромагнитное поле	5	3	5		1		4	Задания для самостоятельной работы
6	Излучение электромагнитных волн	5	5	7		1		5	Задания для самостоятельной работы
7	Основные характеристики электромагнитного поля в веществе.	5	4	3		1		4	Задания для самостоятельной работы,
8	Постоянные электрические и магнитные поля в веществе .	5	4	4		1		4	Задания для самостоятельной работы Контрольная работа № 2
9	Переменные токи и поля в веществе	5	4	3		1		4	Задания для самостоятельной работы
		5				2	0,5	33,5	Экзамен
	Всего за 5 семестр		**34**	**34**		**9**	**0,5**	**66,5**	

Содержание разделов дисциплины

1. Введение.

1.1. Электромагнитное взаимодействие как одно из четырех типов фундаментальных взаимодействий. Предмет изучения и границы применимости классической электродинамики.

2. Основы специальной теории относительности (СТО).

2.1. Исходные принципы и понятия специальной теории относительности (постулаты СТО, событие, интервал и причинно-следственные связи событий).

2.2. Преобразования Лоренца.

2.3. Следствия преобразований Лоренца (относительность одновременности событий, замедление времени, сокращение длины, преобразование 3-х мерного вектора скорости).

2.4. Собственное время частицы. 4- скорость и 4- ускорение.

2.5. Динамика свободной релятивисткой частицы: действие, функция Лагранжа, энергия-импульс свободной частицы. Преобразования Лоренца для энергии-импульса частицы.

3. Основные уравнения электродинамики.

3.1. Заряд в электромагнитном поле: действие, функция Лагранжа, функция Гамильтона, уравнения движения.

3.2. Тензор напряженностей электромагнитного поля. Преобразования напряженностей поля.

3.3. Действие и лагранжиан электромагнитного поля. Уравнения Максвелла в четырехмерном виде.

3.4. Уравнения Максвелла в трехмерном виде. Дифференциальная и интегральная формы уравнений Максвелла. Физическое содержание уравнений Максвелла (источники электрического и магнитного полей, циркуляция электрического поля и закон электромагнитной индукции Фарадея, циркуляция магнитного поля).

3.5. Уравнение непрерывности и закон сохранения электрического заряда.

3.6. Калибровочная инвариантность электродинамики. Уравнения для потенциалов электромагнитного поля.

3.7. Энергия и импульс электромагнитного поля.

4. Постоянные электрическое и магнитное поля.

4.1. Электростатическое поле. Уравнения Пуассона. Потенциал и напряженность поля статической системы зарядов.

4.2. Электростатическое поле системы зарядов на больших расстояниях. Дипольный и квадрупольный моменты системы.

4.3. Энергия системы статических зарядов. Энергия взаимодействия заряженных тел.

4.4. Энергия системы статических зарядов во внешнем поле. Диполь во внешнем поле.

4.5. Магнитное поле стационарных токов. Закон Био-Саварра.

4.6. Магнитное поле системы замкнутых токов на больших расстояниях. Магнитный момент.

4.7. Системы замкнутых стационарных токов во внешнем магнитном поле. Энергия магнитного момента в магнитном поле.

4.8. Прецессия магнитного момента в магнитном поле. Теорема Лармора.

5. Переменное электромагнитное поле.

5.1. Свободное электромагнитное поле – электромагнитные волны. Условие поперечности.

5.2. Плоские волны. Напряженности поля и поток энергии в плоской волне.

5.3. Монохроматические волны. Плоская монохроматическая волна. Эллиптическая поляризация плоской монохроматической волны. Круговая и линейная поляризации.

5.4. Поле произвольно движущихся зарядов. Запаздывающие потенциалы.

6. Излучение электромагнитных волн.

6.1. Поле произвольно движущихся зарядов на асимптотически больших расстояниях. Излучение. Дифференциальная и полная интенсивности излучения.

6.2. Дипольное, магнито-дипольное и квадрупольное излучение. Условие применимости мультипольного разложения в теории излучения.

6.4. Поле одиночного заряда. Потенциалы Лиенара-Вихерта.

6.5. Излучение быстродвижущегося заряда. Угловая направленность излучения быстродвижущегося заряда. Синхротронное излучение.

7. Основные характеристики электромагнитного поля в веществе.

7.1. Понятия микро- и макрополя в среде. Усреднение. Электрическая напряженность и магнитная индукция в среде.

7.2. Свободные и связанные заряды. Вектор поляризации. Объемные и поверхностные связанные заряды. Вектор электрической индукции.

7.3. Свободные и связанные токи. Вектор намагниченности. Объемные и поверхностные связанные токи. Вектор магнитной напряженности.

7.4. Система уравнений Максвелла для электромагнитного поля в веществе. Электрические и магнитные характеристики среды: электрическая и магнитная восприимчивости, электрическая и магнитная проницаемости.

7.5. Электромагнитные потенциалы в среде. Волновое уравнение для потенциалов в среде. Скорость распространения электромагнитных волн в среде.

7.6. Энергия электромагнитного поля в веществе.

7.7. Уравнения Максвелла вблизи границы раздела двух сред. Условия для векторов поля на границе двух сред.

7.8. Системы электромагнитных величин - гауссова и СИ.

8. Постоянные электрические и магнитные поля в веществе.

8.1. Электростатическое поле внутри проводника и вблизи его границы. Электроемкость проводника.

8.2. Уравнение и граничные условия для скалярного потенциала. Поле системы проводников. Общая задача электростатики.

8.3 Стационарный электрический ток. Поле стационарных токов в объемных проводниках.

8.4. Энергия магнитного поля системы стационарных токов. Энергия взаимодействия токов. Коэффициенты взаимной индукции.

8.5. Сверхпроводник в магнитном поле.

9**. Переменные токи и поля в веществе.**

9.1. Квазистационарные токи и поля в веществе.

9.2. Переменный ток в проводнике. Скин-эффект на плоской границе проводника.

9.3. Уравнения магнитной гидродинамики в плазме.

9.4. Магнитное поле в хорошо проводящей плазме ("вмороженность" магнитного поля в плазму).

9.5. Равновесие плазменного шнура в магнитном поле (пинч-эффект).

9.6. Быстропеременные поля в веществе. Понятие дисперсии.

9.7. Электромагнитные волны в однородной изотропной среде с дисперсией.

5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Вводная лекция – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

Академическая лекция (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению полученных на лекции знаний.

Консультации – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

Электронный учебный курс «Электродинамика» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ, в котором:

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины и рекомендации по их выполнению;
- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
- представлены тексты лекций по отдельным темам дисциплины;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения занятий и консультаций по дисциплине в случае проведения их в дистанционном формате;
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office;
- издательская система LaTeX;
- Adobe Acrobat Reader.

Для формирования электронного учебного курса «Электродинамика» используется система управления электронными курсами LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ.

7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT» http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика. Т. VIII. Электродинамика сплошных сред : Учеб. пособ. : Для вузов. / Ландау Л. Д. , Лифшиц Е. М. -4-е изд. , стереот. -

Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 656 с. - URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922101234.html
2. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика. Т. II. Теория поля : Учеб. пособ. : Для вузов. / Ландау Л. Д. , Лифшиц ?. М. - 8-е изд. , стереот. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 536 с. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922100564.html
3. Смирнов А. Д. Электродинамика: сборник задач. / А. Д. Смирнов; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова - Ярославль: ЯрГУ, 2004. - 15 с. Электронный вариант: http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20041713.pdf

б) дополнительная литература

1. Бредов М. М. Классическая электродинамика: учеб. пособие для вузов. / М. М. Бредов, В. В. Румянцев, И. Н. Топтыгин; под ред. И. Н. Топтыгина - СПб.: Лань, 2003. - 399 с.
2. Терлецкий Я. П. Электродинамика: учеб. пособие для вузов. / Я. П. Терлецкий, Ю. П. Рыбаков; Гос. комитет СССР по народному образованию - 2-е изд., перераб. - М.: Высшая школа, 1990. - 352 с.
3. Левич В. Г. Курс теоретической физики: учеб. пособие для вузов / В. Г. Левич, Ю. А. Вдовин, В. А. Мямлин; М-во высш. и сред. спец. образования СССР. Т. 1: Теория электромагнитного поля; Теория относительности; Статистическая физика; Электромагнитные процессы в веществе. - Б.м.: Б.и., 1969. - 910 с.
4. Алексеев А. И. Сборник задач по классической электродинамике: учеб. пособие. / А. И. Алексеев - 2-е изд., стереотип. - СПб.: Лань, 2008. - 318 с.
5. Сборник задач по теоретической физике: учеб. пособие для вузов. / [Л. Г. Гречко, В. И. Сугаков, О. Ф. Томасевич, А. М. Федорченко]; М-во высш. и сред. спец. образования СССР - М.: Высшая школа, 1972. - 335 с.
6. Батыгин В. В. Сборник задач по электродинамике: учеб. пособие для вузов. / В. В. Батыгин, И. Н. Топтыгин; под ред. М. М. Бредова; М-во высш. и сред. спец. образования СССР - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Наука, 1970. - 503 с.

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

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Автор:

Профессор кафедры теоретической физики, д.ф.-м.н.	А.Д. Смирнов
должность, ученая степень	*И.О. Фамилия*

Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины «Электродинамика»

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов по дисциплине

1.1 Контрольные задания и иные материалы, используемые в процессе текущей аттестации

Задания для самостоятельной работы

Задания по темам № 2 - 6 соответствуют тексту и задачам соответствующих разделов учебников и пособий:

1. Бредов М. М. Классическая электродинамика: учеб. пособие для вузов. / М. М. Бредов, В. В. Румянцев, И. Н. Топтыгин; под ред. И. Н. Топтыгина - СПб.: Лань, 2003. - 399 с.
2. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика : учебное пособие : в 10-х т. [Электронный ресурс] / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц ; ред. Л.П. Питаевского. - Изд. 8-е, стереотип. - Москва : Физматлит, 2006. - Т. 2. Теория поля. - 504 с.
3. Алексеев А. И. Сборник задач по классической электродинамике: учеб. пособие. / А. И. Алексеев - 2-е изд., стереотип. - СПб.: Лань, 2008. - 318 с.
4. Батыгин В. В. Сборник задач по электродинамике: учеб. пособие для вузов. / В. В. Батыгин, И. Н. Топтыгин; под ред. М. М. Бредова; М-во высш. и сред. спец. образования СССР - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Наука, 1970. - 503 с.
5. Смирнов А. Д. Электродинамика: сборник задач. / А. Д. Смирнов; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова - Ярославль: ЯрГУ, 2004. - 15 с.

Задания для самостоятельной работы являются тренировочными и проверяются студентами самостоятельно. Ответы на задачи проведены в задачниках, ответы на вопросы по темам содержатся в материале разделов учебников и пособий.

Самостоятельные работы

Содержание самостоятельных работ темам № 2 - 6 составляют задачи соответствующих разделов пособия:

1. Смирнов А. Д. Электродинамика: сборник задач. / А. Д. Смирнов; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова - Ярославль: ЯрГУ, 2004. - 15 с.

Контрольные работы

Содержание контрольной работы № 1 составляют задачи по темам № 2 - 6 соответствующих разделов пособия:

1. Смирнов А. Д. Электродинамика: сборник задач. Ярославль: ЯрГУ, 2004, 16 с.

Критерии оценивания решения задач контрольной работы

Показатели	Критерии
Понимание условия задачи	– Краткая запись условия. – Использование физической символики. – Запись единиц измерения и перевод их в СИ

Показатели	Критерии
	– Хорошее оформление работы, четкие рисунки и чертежи. – Нахождение и запись необходимых табличных и дополнительных данных.
План решения задачи	– Обоснование выбора физических формул для решения. – Рациональный способ решения – Запись формул
Осуществление решения	– Вывод расчетных(ой) формул(ы), решение задачи в общем виде – Математические операции с единицами измерения физических величин, вычисления
Правильность решения задачи	– Краткое объяснение решения. – Анализ полученных результатов

Шкала оценивания:
0 баллов – полное отсутствие критерия;
1 балл – частичное выполнение критерия;
2 балла – полное выполнение критерия

Суммируются баллы за каждую задачу.

Оценка проставляется по количеству набранных баллов:
менее 60% от максимально возможного количества баллов - неудовлетворительно,
60-75% от максимально возможного количества баллов - удовлетворительно,
76-85% от максимально возможного количества баллов - хорошо,
86-100% от максимально возможного количества баллов – отлично.

1.2 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

Список вопросов к экзамену

1. Электромагнитное взаимодействие как одно из 4-х типов фундаментальных взаимодействий. Предмет изучения и границы применимости классической электродинамики.
2. Исходные принципы и понятия специальной теории относительности, постулаты СТО, понятия события, мировой линии, интервала. Причинно -следственные связи событий.
3. Преобразования Лоренца.
4. Следствия преобразований Лоренца: относительность одновременности событий, замедление времени и сокращение длин.
5. Преобразование скорости в СТО.
6. 4-скорость, 4-ускорение.
7. Действие, функция Лагранжа и энергия-импульс свободной частицы.
8. Действие, функция Лагранжа, функция Гамильтона и уравнения движения заряженной частицы в электромагнитном поле. Потенциал и напряженность электромагнитного поля.
9. Тензор электромагнитного поля. Преобразование напряженностей поля.
10. Уравнения Максвелла в трехмерном виде и их физическое содержание.
Интегральная и дифференциальная формы уравнений Максвелла.
11. Сохранение заряда и уравнение непрерывности. Плотность заряда и плотность тока при дискретном и непрерывном описании распределения зарядов.
12. Энергия электромагнитного поля.
13. Импульс электромагнитного поля.
14. Потенциалы электромагнитного поля и калибровочная инвариантность электродинамики. Условие Лоренца.
15. Уравнение Пуассона. Потенциал и напряженность электростатического поля.

16. Поле системы зарядов на большом удалении от системы.
Дипольный и квадрупольный моменты системы.
17. Энергия взаимодействия зарядов. Система зарядов во внешнем поле.
Электрический диполь во внешнем поле.
18. Поле стационарных токов. Закон Био - Савара.
19. Магнитное поле системы стационарных замкнутых токов на большом удалении от системы. Магнитный момент системы.
20. Система стационарных замкнутых токов во внешнем магнитном поле.
Энергия магнитного момента в магнитном поле.
21. Прецессия магнитного момента в магнитном поле. Теорема Лармора.
22. Волновое уравнение для свободного электромагнитного поля. Условие поперечности.
23. Плоские волны.
24. Монохроматическая плоская волна.
25. Поле произвольно движущихся зарядов. Запаздывающие потенциалы.
26. Поле системы движущихся зарядов на большом расстоянии от системы.
Излучение электромагнитных волн.
27. Дипольное излучение. Излучение медленно движущихся зарядов.
28. Квадрупольное и магнито-дипольное излучение.
29. Потенциалы Лиенара-Вихерта.
30. Понятия микро- и макрополя в среде. Усреднение. Электрическая напряженность и магнитная индукция в среде.
31. Свободные и связанные заряды. Вектор поляризации. Объемные и поверхностные связанные заряды. Вектор электрической индукции.
32. Свободные и связанные токи. Вектор намагниченности. Объемные и поверхностные связанные токи. Вектор магнитной напряженности.
33. Система уравнений Максвелла для электромагнитного поля в веществе.
Электрические и магнитные характеристики среды: электрическая и магнитная восприимчивости, электрическая и магнитная проницаемости.
34. Электромагнитные потенциалы в среде. Волновое уравнение для потенциалов в среде.
Скорость распространения электромагнитных волн в среде.
35. Энергия электромагнитного поля в веществе.
36. Уравнения Максвелла вблизи границы раздела двух сред. Условия для векторов поля на границе двух сред.
37. Электростатическое поле внутри проводника и вблизи его границы.
Электроемкость проводника.
38. Уравнение и граничные условия для скалярного потенциала.
Поле системы проводников.
39. Стационарный электрический ток. Поле стационарных токов в объемных проводниках.
40. Энергия магнитного поля системы стационарных токов. Энергия взаимодействия токов. Коэффициенты взаимной индукции.
41. Сверхпроводник в магнитном поле.
42. Квазистационарные токи и поля в веществе.
43. Переменный ток в проводнике. Скин-эффект на плоской границе проводника.
44. Уравнения магнитной гидродинамики в плазме.
45. Магнитное поле в хорошо проводящей плазме ("вмороженность" магнитного поля в плазму).
46. Равновесие плазменного шнура в магнитном поле (пинч-эффект).
47. Быстропеременные поля в веществе. Понятие дисперсии.
48. Электромагнитные волны в однородной изотропной среде с дисперсией.

3. Описание процедуры выставления оценки

В экзаменационные билет включается два теоретических вопроса. На подготовку к ответу дается не менее 1часа.

По итогам экзамена выставляется одна из оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Оценка «Отлично» выставляется студенту, который демонстрирует глубокое и полное владение содержанием материала и понятийным аппаратом квантовой механики; осуществляет межпредметные связи; умеет связывать теорию с практикой. Студент дает развернутые, полные и четкие ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, соблюдает логическую последовательность при изложении материала. Грамотно использует терминологию квантовой механики

Оценка «Хорошо» выставляется студенту, ответ которого на экзамене в целом соответствуют указанным выше критериям, но отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой. В ответе имеют место отдельные неточности (несущественные ошибки), которые исправляются самим студентом после дополнительных и (или) уточняющих вопросов экзаменатора.

Оценка «Удовлетворительно» выставляется студенту, который дает недостаточно полные и последовательные ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, но при этом демонстрирует умение выделить существенные и несущественные признаки и установить причинно-следственные связи. Ответы излагается в терминах квантовой механики, но при этом допускаются ошибки в определении и раскрытии некоторых основных понятий, формулировке положений, которые студент затрудняется исправить самостоятельно. При аргументации ответа студент не обосновывает свои суждения. На часть дополнительных вопросов студент затрудняется дать ответ или дает неверные ответы.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется студенту, который демонстрирует разрозненные, бессистемные знания; беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет выделять главное и второстепенное, не умеет соединять теоретические положения с практикой, не устанавливает межпредметные связи; допускает грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, явлений, вследствие непонимания их существенных и несущественных признаков и связей; дает неполные ответы, логика и последовательность изложения которых имеют существенные и принципиальные нарушения, в ответах отсутствуют выводы. Дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора не приводят к коррекции ответов студента. На основную часть дополнительных вопросов студент затрудняется дать ответ или дает неверные ответы.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется также студенту, который взял экзаменационный билет, но отвечать отказался.

Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Электродинамика»

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Электродинамика» являются лекции, причем в достаточно большом объеме. По большинству тем предусмотрены практические занятия, на которых происходит закрепление лекционного материала путем применения его к конкретным физическим задачам.

Для успешного освоения дисциплины очень важно решение достаточно большого количества задач, как в аудитории, так и самостоятельно в качестве домашних заданий (это является хорошим критерием для самопроверки качества освоения материала), активное участие в практических занятиях.. Примеры решения задач разбираются на лекциях и практических занятиях, при необходимости по наиболее трудным темам проводятся дополнительные консультации. Основная цель решения задач – помочь усвоить фундаментальные понятия электродинамики как общей основы теории электромагнитных процессов. Для решения всех задач необходимо знать и понимать лекционный материал. Поэтому в процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо самостоятельно прорабатывать и при необходимости дополнять информацией, полученной на консультациях, практических занятиях или из учебной литературы.

Большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагаются задачи, аналогичные разобранным на лекциях и практических занятиях или немного более сложные.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала и приобретенных практических навыков в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации студентов по их активности на аудиторных занятиях, по результатам выполнения ими домашних работ и в виде контрольных работ. Также проводятся консультации (при необходимости) по разбору заданий для самостоятельной работы, которые вызвали затруднения.

В конце изучения дисциплины студенты сдают экзамен. Экзамен принимается по экзаменационным билетам, каждый из которых включает в себя два теоретических вопроса. На самостоятельную подготовку к экзамену выделяется дни согласно расписанию экзаменов, во время подготовки к экзамену предусмотрены групповые консультации.

Вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Электродинамика», освоить самостоятельно студенту достаточно трудно ввиду сложности и большого объема изучаемого материала. Поэтому посещение всех аудиторных занятий, настойчивые и регулярные самостоятельные занятия в течение всего периода изучения курса являются совершенно необходимыми для его успешного освоения.

Распределение времени для изучения данного курса лучше всего планировать, предусматривая регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекции, необходимо регулярно дополнять информацией, полученной из учебной литературы. Для этого студентам рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу из списка рекомендованной литературы.

Для самостоятельной работы особенно рекомендуется использовать учебную литературу с тщательно подобранными задачами по электродинамике, а также с подробно разобранными решениями задач.