

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра ФИЗИКИ

Рабочая программа по дисциплине

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

03.03.02 «Физика»

Направленность (профиль):

Физика

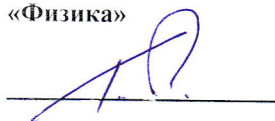
Квалификация:

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Согласовано
Руководитель ОПОП
«Физика»



Бобровский А.П.

Утверждаю

Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением

Учебно-методического совета

19 июня 2018 г., протокол № 4

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

15 марта 2018 г., протокол № 8

Зав. кафедрой  Бобровский А.П.

Авторы-разработчики:

 Дьяченко Н.В.

Составитель: Дьяченко Наталия Владимировна, канд. ф.-м. н., д.т.н., профессор кафедры физики РГГМУ.

Ответственный редактор: Бобровский А.П. заведующий кафедрой физики РГГМУ.

Рецензент: Е.Н. Бодунов, д. ф.-м. н., профессор, зав. каф. «Физика» ПГУПС

© Дьяченко Н. В., 2018 г.

© Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ), 2018.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Электродинамика» является подготовка студентов, владеющих углубленными теоретическими знаниями об электромагнитных полях и явлениях в них протекающих, необходимых для освоения курсов профессиональных дисциплин и всей последующей деятельности после университета.

Основная задача дисциплины «Электродинамика» - ознакомление с теоретическими подходами к описанию электромагнитных явлений в природе и технике, способами решения основных задач электродинамики, анализом физического смысла полученных решений

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Электродинамика» (Б1.Б.10.3) для направления 03.03.02 – Физика является базовой дисциплиной блока Б1 и изучается в пятом семестре, поэтому для ее изучения обучающиеся должны освоить разделы модулей «Математика» и «Общая физика», «Общий физический практикум», «Геофизика», «Теоретическая механика», «Механика сплошных сред».

Дисциплина «Электродинамика» является основой для изучения дисциплин «Физические проблемы экологии», «Теория переноса электромагнитного излучения в газах», «Математическое моделирование переноса загрязнений в атмосфере», «Геофизическая гидродинамика», «Статистическая гидромеханика».

ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9.

ОПК-2: способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.	
Уровень освоения	Признаки проявления
Продвинутый	
Знает	Фундаментальные разделы математики, математического анализа, линейной алгебры, теории дифференциальных уравнений, методов математической физики, применяемые в теории поля
Умеет	использовать методы адекватного физико-математического моделирования к решению конкретных задач электродинамики
Владеет	специальными математическими навыками решения задач электродинамики, анализа полученных решений с учетом границ применимости моделей
ОПК-3:Способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	
Уровень освоения	Признаки проявления
Продвинутый	
Знает:	основные электрические и магнитные явления, фундаментальные опыты электромагнетизма и их роль в развитии науки
Умеет:	Обобщать известные экспериментальные факты и описать их

	соответствующими теоретическими моделями
Владеет:	навыками использования законов электродинамики в практических приложениях
ПК-1: способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	
Уровень освоения	Признаки проявления
Минимальный	
Знает:	основные величины и константы электродинамики, их определение, смысл, способы и единицы измерения
Умеет:	истолковывать смысл электромагнитных величин и понятий
Владеет:	основными подходами к решению электродинамических задач
Базовый	
Знает:	Основные методы решения уравнений Максвелла
Умеет:	применять общие теоретические методы к решению конкретных задач электродинамики
Владеет:	навыками анализа физического смысла полученных решений задач по разделам электродинамики
Продвинутый	
Знает:	Специализированные методы и подходы к решению задач электродинамики
Умеет:	Строить физические модели электродинамических явлений, понимает границы их применимости
Владеет:	навыками применять специальные знания об электродинамических явлениях, изучаемых в курсах гидрометеорологических и экологических дисциплин, при их освоении
ПК-9 : способность проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность, обеспечивая последовательность изложения материала и междисциплинарные связи физики с другими дисциплинами.	
Уровень освоения	Признаки проявления
Минимальный	
Знает:	взаимосвязь электродинамики с другими разделами физики и естественными науками
Умеет:	Связно построить сообщение (доклад), обеспечивая

	последовательность изложения материала
Владеет:	Навыками сбора и систематизации информации по конкретной физической тематике

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Электродинамика» обучающийся должен:

Знать

- Фундаментальные разделы математики, математического анализа, линейной алгебры, теории дифференциальных уравнений, методов математической физики, применяемые в теории поля;
- основные электрические и магнитные явления, фундаментальные опыты электромагнетизма и их роль в развитии науки;
- основные величины и константы электродинамики, их определение, смысл, способы и единицы измерения;
- основные методы решения уравнений Максвелла;
- специализированные методы и подходы к решению задач электродинамики;
- взаимосвязь электродинамики с другими разделами физики и естественными науками;

уметь:

- использовать методы адекватного физико-математического моделирования к решению конкретных задач электродинамики;
- обобщать известные экспериментальные факты и описать их соответствующими теоретическими моделями;
- истолковывать смысл электромагнитных величин и понятий;
- применять общие теоретические методы к решению конкретных задач электродинамики;
- Строить физические модели электродинамических явлений, понимает границы их применимости;
- собирать необходимую научную информацию, структурировать и оформлять ее для представления слушателям (ПК-9)

владеть:

- специальными математическими навыками решения задач электродинамики, анализа полученных решений с учетом границ применимости моделей;

- навыками проведения математических преобразований с физическими величинами для теоретического решения задач электродинамики;
- навыками использования законов электродинамики в практических приложениях;
- основными подходами к решению электродинамических задач;
- навыками анализа физического смысла полученных решений задач по разделам электродинамики;
- навыками сбора и систематизации информации по конкретной физической тематике;
- навыками применять специальные знания об электродинамических явлениях, изучаемых в курсах гидрометеорологических и экологических дисциплин, при их освоении.

1. Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Этап (уровень) освоения компетенции	Основные признаки проявления компетенции (дескрипторное описание уровня)				
	1.	2.	3.	4.	5.
Уровень 1 (минимальный)	не владеет	слабо ориентируется в терминологии и содержании	Способен выделить основные идеи текста, работает с критической литературой	Владеет основными навыками работы с источниками и критической литературой	Способен дать собственную критическую оценку изучаемого материала
	не умеет	не выделяет основные идеи	Способен показать основную идею в развитии	Способен представить ключевую проблему в ее связи с другими процессами	Может соотнести основные идеи с современными проблемами
	не знает	допускает грубые ошибки	Знает основные рабочие категории, однако не ориентируется в их специфике	Понимает специфику основных рабочих категорий	Способен выделить характерный авторский подход
Уровень 2 (базовый)	не владеет	плохо ориентируется в терминологии и содержании	Владеет приемами поиска и систематизации, но не способен свободно изложить материал	Свободно излагает материал, однако не демонстрирует навыков сравнения основных идей и концепций	Способен сравнивать концепции, аргументированно излагает материал
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит проблем	Выделяет конкретную проблему, однако излишне упрощает ее	Способен выделить и сравнить концепции, но испытывает сложности с их практической привязкой	Аргументированно проводит сравнение концепций по заданной проблематике
	не знает	допускает много ошибок	Может изложить основные рабочие категории	Знает основные отличия концепций в заданной проблемной области	Способен выделить специфику концепций в заданной проблемной области
Уровень 3 (продвинутый)	не владеет	ориентируется в терминологии и содержании	В общих чертах понимает основную идею, однако плохо связывает ее с существующей проблематикой	Видит источники современных проблем в заданной области анализа, владеет подходами к их решению	Способен грамотно обосновать собственную позицию относительно решения современных проблем в заданной

					области
не умеет	выделяет основные идеи, но не видит их в развитии	Может понять практическое назначение основной идеи, но затрудняется выявить ее основания	Выявляет основания заданной области анализа, понимает ее практическую ценность, однако испытывает затруднения в описании сложных объектов анализа	Свободно ориентируется в заданной области анализа. Понимает ее основания и умеет выделить практическое значение заданной области	
не знает	допускает ошибки при выделении рабочей области анализа	Способен изложить основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа	Знает основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа, способен их сопоставить	Может дать критический анализ современным проблемам в заданной области анализа	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Год набора	2015, 2016, 2017, 2018 г.г. набора
Общая трудоемкость дисциплины	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем – всего:	68
лекции	34
практические занятия	34
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	76
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	экзамен

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа. занятий в активной или в интерактивной форме – 34 часа.

4.1. Структура дисциплины по всем годам набора

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятель ная работа студентов, час.				интерактивной форме	Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции
		Лекции	практические занятия	Самостоятель ная работа	из них часов в активной и			
1	Математический аппарат электродинамики	2	2	10	2	Устный опрос, проверка домашнего задания, тестовое	ОПК-2, ПК-9	

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятель ная работа студентов, час.				интерактивной форме	Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции
		Лекции	Практические занятия	Самостоятель ная работа	из них часов в активной и			
							задание	
2	Уравнения Максвелла – основа теории электромагнитного поля	4	4	10	4		Устный опрос, проверка домашнего задания, тестовое задание	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9
3	Математические методы решения системы уравнений Максвелла	4	4	10	4		Устный опрос, проверка домашнего задания, тестовое задание	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9
4	Электростатика	6	6	10	6		Устный опрос, проверка домашнего задания, тестовое задание	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9
5	Магнитостатика	6	6	10	6		Устный опрос, проверка домашнего задания, тестовое задание	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9
6	Теория электромагнитных волн	6	6	10	6		Устный опрос, проверка домашнего задания, тестовое задание	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9
7	Движение заряженных частиц	4	4	10	4		Устный опрос, проверка домашнего	ОПК-2, ОПК-3,

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятель ная работа студентов, час.				интерактивной форме	Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции
		Лекции	Практические занятия	Самостоятель ная работа	из них часов в активной и			
	в электромагнитных полях.						задания, тестовое задание	ПК-1, ПК-9
8	Магнитная гидродинамика (МГД)	2	2	6	2		Собеседование	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9
	Итого:	34	34	76	34			

4.2. Лекционные занятия, их содержание

Наименование разделов и тем	Содержание
Математический аппарат электродинамики	Векторные и скалярные поля. Градиент. Поток вектора через поверхность. Теорема Гаусса. Дивергенция. Циркуляция вектора. Ротор. Теорема Стокса. Производная вектора по направлению. Оператор «набла». Основные векторные тождества. Вторые производные. Производные от произведений.
Уравнения Максвелла – основа теории электромагнитного поля	Система уравнений Максвелла – обобщение эмпирических закономерностей электромагнетизма. Полнота системы уравнений. Граничные условия для нормальных составляющих векторов D и B . Граничные условия для тангенциальных составляющих векторов E и H . Следствия из уравнений Максвелла. Закон сохранения энергии электромагнитного поля. Поток энергии. Вектор Пойнтинга.

Наименование разделов и тем	Содержание
<p>Математические методы решения системы уравнений Максвелла</p>	<p>Прямая и обратная задачи теоретической электродинамики. Скалярный и векторный потенциалы. Калибровочные (или градиентные) преобразования. Дифференциальные уравнения для скалярного и векторного потенциалов. Уравнение Даламбера. Решение уравнения Даламбера в виде запаздывающих и опережающих потенциалов. Физический смысл этих решений.</p>
<p>Электростатика</p>	<p>Скалярный потенциал электростатического поля, его свойства. Потенциал точечного заряда, системы зарядов. Разложение потенциала по мультиполям. Решение уравнений Пуассона и Лапласа для бесконечной заряженной пластины, цилиндра, шара. Проводники в электростатическом поле. Заряд Земли и атмосферы. Поле внутри и у поверхности проводника. Потенциал, емкость проводника, системы проводников. Экранирование. Диэлектрики в электростатическом поле. Поляризация. Скалярный потенциал при наличии диэлектриков. Связь диэлектрической проницаемости с диэлектрической восприимчивостью. Энергия взаимодействия зарядов и энергия электростатического поля. Энергия системы заряженных проводников. Механические силы, действующие в электростатическом поле. Вычисление сил из выражения для энергии.</p>
<p>Магнитостатика</p>	<p>Уравнения Максвелла для магнитостатического поля. Дифференциальное уравнение для нахождения векторного потенциала. Закон Био-Савара-Лапласа. Векторный потенциал и поле линейных, круговых токов. Магнитный момент. Связь векторного потенциала с магнитным моментом. Магнетики в магнитостатическом поле. Векторный потенциал при наличии магнетиков. Связь магнитной проницаемости с магнитной восприимчивостью. Энергия магнитного поля постоянных токов. Коэффициенты самоиндукции, взаимной индукции и их связь с потоком магнитной индукции. Механические силы в магнитостатическом поле.</p>

Наименование разделов и тем	Содержание
Теория электромагнитных волн	Переменное электромагнитное поле. Волновые решения уравнений Максвелла. Дипольное излучение линейного осциллятора. Векторный и скалярный потенциалы осциллятора. Электрическое и магнитное поля осциллятора. Энергия, излучаемая осциллятором. Реакция излучения. Спектральный состав излучения. Теория ширины спектральной линии. Распространение электромагнитных волн в проводниках и диэлектриках. Распространение электромагнитных волн в ионосфере. Рассеяние электромагнитных волн
Движение заряженных частиц в электромагнитных полях.	Движение заряженных частиц в постоянных электрических и магнитных полях. Интегрирование уравнений движения. Движение в скрещенных полях. Дрейф в скрещенных полях. Дрейф заряженных частиц в медленно меняющихся магнитных полях. Магнитные ловушки и зеркала. Движение в поперечных электромагнитных полях. Взаимодействие космического излучения с ионосферой и магнитным полем Земли. Солнечный ветер.
Магнитная гидродинамика (МГД)	Уравнения МГД. "Вмороженность" поля, магнитная диффузия, магнитная вязкость, давление. Происхождение солнечных пятен. Механизм генерации магнитного поля Земли. Теория "динамо". Взаимодействие магнитного поля с турбулентным движением.

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1

Математический аппарат электродинамики

Векторные и скалярные поля. Градиент. Поток вектора через поверхность. Теорема Гаусса. Дивергенция. Циркуляция вектора. Ротор. Теорема Стокса. Производная вектора по направлению. Оператор «набла». Основные векторные тождества. Вторые производные. Производные от произведений.

Раздел 2

Уравнения Максвелла – основа теории электромагнитного поля

Система уравнений Максвелла – обобщение эмпирических закономерностей электромагнетизма. Полнота системы уравнений. Граничные условия для нормальных составляющих векторов D и B . Граничные условия для тангенциальных составляющих векторов E и H . Следствия из уравнений Максвелла. Закон сохранения энергии электромагнитного поля. Поток энергии. Вектор Пойнтинга.

Раздел 3

Математические методы решения системы уравнений Максвелла

Прямая и обратная задачи теоретической электродинамики. Скалярный и векторный потенциалы. Калибровочные (или градиентные) преобразования. Дифференциальные уравнения для скалярного и векторного потенциалов. Уравнение Даламбера. Решение уравнения Даламбера в виде запаздывающих и опережающих потенциалов. Физический смысл этих решений.

Раздел 4

Электростатика

Скалярный потенциал электростатического поля, его свойства. Потенциал точечного заряда, системы зарядов. Разложение потенциала по мультиполям. Решение уравнений Пуассона и Лапласа для бесконечной заряженной пластины, цилиндра, шара. Проводники в электростатическом поле. Заряд Земли и атмосферы. Поле внутри и у поверхности проводника. Потенциал, емкость проводника, системы проводников. Экранирование. Диэлектрики в электростатическом поле. Поляризация. Скалярный потенциал при наличии диэлектриков. Связь диэлектрической проницаемости с диэлектрической восприимчивостью. Энергия взаимодействия зарядов и энергия электростатического поля. Энергия системы заряженных проводников. Механические силы, действующие в электростатическом поле. Вычисление сил из выражения для энергии.

Раздел 5

Магнитостатика

Уравнения Максвелла для магнитоэлектростатического поля. Дифференциальное уравнение для нахождения векторного потенциала. Закон Био-Савара-Лапласа. Векторный потенциал и поле линейных, круговых токов. Магнитный момент. Связь векторного потенциала с магнитным моментом. Магнетики в магнитоэлектростатическом поле. Векторный потенциал при наличии магнетиков. Связь магнитной проницаемости с магнитной восприимчивостью. Энергия магнитного поля постоянных токов. Коэффициенты самоиндукции, взаимной индукции и их связь с потоком магнитной индукции. Механические силы в магнитоэлектростатическом поле.

Раздел 6

Теория электромагнитных волн

Переменное электромагнитное поле. Волновые решения уравнений Максвелла. Дипольное излучение линейного осциллятора. Векторный и скалярный потенциалы осциллятора. Электрическое и магнитное поля осциллятора. Энергия, излучаемая осциллятором. Реакция излучения. Спектральный состав излучения. Теория ширины спектральной линии. Распространение электромагнитных волн в проводниках и диэлектриках. Распространение электромагнитных волн в ионосфере. Рассеяние электромагнитных волн

Раздел 7

Движение заряженных частиц в электромагнитных полях.

Движение заряженных частиц в постоянных электрических и магнитных полях. Интегрирование уравнений движения. Движение в скрещенных полях. Дрейф в скрещенных полях. Дрейф заряженных частиц в медленно меняющихся магнитных полях. Магнитные ловушки и зеркала. Движение в поперечных электромагнитных полях. Взаимодействие космического излучения с ионосферой и магнитным полем Земли. Солнечный ветер.

Раздел 8

Магнитная гидродинамика (МГД)

Уравнения МГД. "Вмороженность" поля, магнитная диффузия, магнитная вязкость, давление. Происхождение солнечных пятен. Механизм генерации магнитного поля Земли.

Теория "динамо". Взаимодействие магнитного поля с турбулентным движением.
 Электромагнитные поля в океане.

4.3 Практические занятия и их содержание

п/п	№ раздела дисциплины	Количество часов	Наименование темы практического занятия
1	1	2	Решение задач на нахождение градиентов, дивергенций и роторов различных скалярных и векторных полей.
2-3	2	4	Решение задач на граничные условия для векторов электромагнитного поля, нахождение плотностей распределения зарядов и токов по известным полям.
4-5	3	4	Нахождение скалярного потенциала электростатического поля различных конфигураций зарядов с использованием уравнений Лапласа и Пуассона.
6-8	4	6	Нахождение энергий различных систем зарядов и вычисление действующих сил
9-11	5	6	Нахождение векторного потенциала и магнитных полей различных токов с использованием уравнений Лапласа и Пуассона.
12-14	6	6	Решение задач по расчету энергии излучения электромагнитных волн ускоренно движущимися зарядами. Решение задач на взаимодействие электромагнитных волн с различными средами
15-16	7	4	Решение задач на движение заряженных частиц в переменных электрических и магнитных полях
17	8	2	Решение задач на оценки магнитной диффузии, вязкости, давления

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ И ОЦЕНОЧНЫЕ

СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется в ходе изучения каждой темы дисциплины и по окончании каждого раздела. Система, сроки и виды контроля доводятся до сведения каждого студента в начале занятий по дисциплине. В рамках текущего контроля оцениваются все виды работы студента, предусмотренные учебной программой по дисциплине.

Формами текущего контроля являются:

- экспресс-опрос в виде «летучки» (проводится после каждой лекции во вступительной части практического занятия);
- проверка выполнения заданий на практические занятия (заданий по решению задач);
- собеседования (индивидуальный опрос) по теме занятия;
- письменное тестирование;

Осуществляется в виде опроса на лекциях, практических занятиях, решении тестовых заданий, проверка домашних заданий.

а). Образцы тестовых заданий текущего контроля

ПРИМЕР ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ ПО КУРСУ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ

Раздел 1

Математический аппарат электродинамики

ВОПРОС Теорема Гаусса – это:

- A) $\oint_S \vec{A} \cdot d\vec{S} = \int \text{div} \vec{A} dV$ B) $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div} \vec{j} = 0$
- C) $\oint_L \vec{A} \cdot d\vec{l} = \int_S \text{rot} \vec{A} \cdot d\vec{S}$ D) $\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = I$

Раздел 2

Уравнения Максвелла – основа теории электромагнитного поля

ВОПРОС

Приведена система уравнений Максвелла для:

$$\oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = \int_V \rho dV$$

$$\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$$

$$\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$$

$$\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = 0$$

- A) стационарного электрического поля
- B) стационарных электрического и магнитного полей
- C) при отсутствии электрических зарядов
- D) В отсутствии токов проводимости

Раздел 3

Математические методы решения системы уравнений Максвелла

ВОПРОС Вектор- потенциалом называется

$$A) \vec{A} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_V \frac{\vec{j}}{r} dV$$

$$B) \vec{A} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_V \frac{\rho}{r} dV$$

$$C) \vec{A} = -grad j$$

$$D) \vec{A} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_V \frac{j}{r} dV$$

Раздел 4

Электродинамика сплошных сред

ВОПРОС Вектор электрической индукции на границе раздела двух сред

- А) Испытывает скачок, равный величине свободного поверхностного заряда
- В) Всегда направлен по нормали к границе раздела
- С) Имеет равные нормальные составляющие
- Д) Имеет нулевые тангенциальные составляющие
- Е) Имеет равные тангенциальные составляющие

Раздел 6

Теория электромагнитных волн

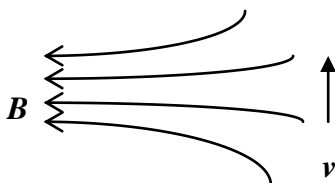
ВОПРОС Средняя мощность излучения осциллятора имеет максимальное значение в направлении θ (относительно ориентации диполя)

- А) $\theta = \frac{\pi}{2}$ В) $\theta = \pi$ С) $\theta = \frac{\pi}{4}$ Д) $\theta = 0$

Раздел 7

Движение заряженных частиц в электромагнитных полях

ВОПРОС. Какова траектория заряженной частицы, скорость которой перпендикулярна линиям неоднородного магнитного поля (см.рис.)



- А) прямолинейно вдоль линий поля влево
- В) по окружности перпендикулярно полю
- С) по синусоиде между линиями поля
- Д) по спирали, сбегающей в область сгущения поля

б) Примерный перечень вопросов для опроса на лекциях и практических занятиях

Математический аппарат электродинамики

1. Векторные и скалярные поля. Поток вектора через поверхность. Теорема Гаусса. Дивергенция.
2. Циркуляция вектора. Ротор. Теорема Стокса.
3. Производная вектора по направлению. Градиент. Оператор «набла».

Уравнения Максвелла – основа теории электромагнитного поля

4. Система уравнений Максвелла – обобщение эмпирических закономерностей электромагнетизма. Полнота системы уравнений.
5. Граничные условия для нормальных составляющих векторов D и B .
6. Граничные условия для тангенциальных составляющих векторов E и H .
7. Закон сохранения энергии электромагнитного поля. Поток энергии. Вектор Пойнтинга.

Математические методы решения системы уравнений Максвелла

8. Скалярный и векторный потенциалы. Калибровочные (или градиентные) преобразования.
9. Дифференциальные уравнения для скалярного и векторного потенциалов.
10. Уравнение Даламбера. Решение уравнения Даламбера в виде запаздывающих и опережающих потенциалов. Физический смысл этих решений.

Электродинамика сплошных сред

Электростатика

11. Скалярный потенциал электростатического поля, его свойства. Потенциал точечного заряда, системы зарядов.
12. Разложение потенциала по мультиполям.
13. Решение уравнений Пуассона и Лапласа для бесконечной заряженной пластины, цилиндра, шара.

14. Проводники в электростатическом поле. Заряд Земли и атмосферы. Поле внутри и у поверхности проводника.

15. Потенциал, емкость проводника, системы проводников. Экранирование.

16. Диэлектрики в электростатическом поле. Поляризация.

17. Скалярный потенциал при наличии диэлектриков. Связь диэлектрической проницаемости с диэлектрической восприимчивостью.

18. Энергия взаимодействия зарядов и энергия электростатического поля. Энергия системы заряженных проводников.

19. Механические силы, действующие в электростатическом поле. Вычисление сил из выражения для энергии.

Магнитостатика

20. Уравнения Максвелла для магнитостатического поля. Дифференциальное уравнение для нахождения векторного потенциала. Закон Био-Савара-Лапласа.

21. Векторный потенциал и поле линейных, круговых токов. Магнитный момент. Связь векторного потенциала с магнитным моментом.

22. Магнетики в магнитостатическом поле. Векторный потенциал при наличии магнетиков. Связь магнитной проницаемости с магнитной восприимчивостью.

23. Энергия магнитного поля постоянных токов. Коэффициенты самоиндукции, взаимной индукции и их связь с потоком магнитной индукции.

24. Механические силы в магнитостатическом поле.

Теория электромагнитных волн

25. Переменное электромагнитное поле. Волновые решения уравнений Максвелла.
26. Дипольное излучение линейного осциллятора. Векторный и скалярный потенциалы осциллятора.
27. Электрическое и магнитное поля осциллятора. Энергия, излучаемая осциллятором.
28. Реакция излучения.
29. Спектральный состав излучения. Теория ширины спектральной линии.
30. Распространение электромагнитных волн в проводниках и диэлектриках. Распространение электромагнитных волн в ионосфере.
31. Рассеяние электромагнитных волн

Движение заряженных частиц в электромагнитных полях

32. Движение заряженных частиц в постоянных электрических и магнитных полях. Интегрирование уравнений движения.
33. Движение в скрещенных полях. Дрейф в скрещенных полях. Дрейф заряженных частиц в медленно меняющихся магнитных полях. Магнитные ловушки и зеркала.
34. Движение в поперечных электромагнитных полях. Взаимодействие космического излучения с ионосферой и магнитным полем Земли. Солнечный ветер.

Магнитная гидродинамика (МГД)

35. Уравнения МГД. «Вмороженность» поля, магнитная диффузия, магнитная вязкость, давление.
36. Происхождение солнечных пятен.
37. Механизм генерации магнитного поля Земли. Теория «динамо». Взаимодействие магнитного поля с турбулентным движением

5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубления полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, зачетам и экзаменам.

Самостоятельная работа предусматривает, как правило, прочтение предыдущего лекционного материала, выполнение домашних заданий, вычислительных работ,

подготовку к практическим занятиям. Необходимые для самостоятельной работы материалы перечислены в п.6 –**учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

5.3. Промежуточный контроль: _____ **Экзамен** _____

Промежуточная аттестация проводится в форме устного экзамена в традиционной форме по графику промежуточной аттестации

**ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА
ПО ЭЛЕКТРОДИНАМИКЕ**

*Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»*

03.03.02 – Физика (академический бакалавриат)

Экзаменационный билет № 1

Дисциплина «Электродинамика»

1. Граничные условия для тангенциальных составляющих векторов напряженностей электрического E и магнитного полей H .
2. Распространение электромагнитных волн в проводниках и диэлектриках. Распространение электромагнитных волн в ионосфере.
3. Диэлектрический шар радиусом a заряжен с объемной плотностью ρ . Используя уравнения Пуассона и Лапласа определить потенциал, создаваемый зарядом, внутри и снаружи шара.

Экзаменатор _____

Заведующий кафедрой физики _____

Протокол заседания кафедры № от 2018 г.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Рекомендуемая литература

а) Основная литература:

1. *Бредов М.М., Румянцев В.В., Топтыгин И.Н.* Классическая электродинамика.:- СПб.: Изд-во «Лань», 2006, 400 с.
2. *Савельев И.В.* Основы теоретической физики. :- СПб.: Изд-во «Лань», 2006, 2 т., 928 с.
3. *Батыгин В.В., Топтыгин И.Н.* Сборник задач по электродинамике, 3-е издание, :- СПб.: Изд-во «Лань», 2002 г.
4. *Батыгин В.В., Топтыгин И.Н.* Сборник задач по электродинамике и теории относительности,.- СПб.: Изд-во «Лань», 2010 г.
5. *Гильденбург В.Б., Миллер М.А.* Сборник задач по электродинамике .: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001, 168 с.
6. *Тамм И.Е.* Основы теории электричества, 11-е издание,- М.: гос.изд. техн.-теор. лит., 2003.- 620 с.
7. *Матвеев А.Н.* Электродинамика и теория относительности.-М.: Высшая школа,1964.- 415 с.
8. *Левич В.Г.* Курс теоретической физики.-М.: Наука, 1969, т.1,2.-910 с.
9. *Новожилов Ю.В., Яппа Ю.А.* Электродинамика.-М.: Наука,1978.-325 с.

б) дополнительная литература:

1. *Парселл Э.* Электричество и магнетизм. :- СПб.: Изд-во «Лань», 2005, 416 с.
2. *Михлин С.Г.* Курс математической физики . :- СПб.: Изд-во «Лань», 2006, 576 с
3. *Федоров Н.Н.* Основы электродинамики.-М.:Высшая школа, 1965.-328 с.
4. *Каулинг Т.* Магнитная гидродинамика.-пер.с англ.М.: изд.Иностранной литературы, 1959.-132 с.
5. *Компанеев А.С.* Курс теоретической физики.-М.:Просвещение,т.1,1972.-512 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Пакет MS Office, образовательные ресурсы Интернета.

1. <http://pskgu.ru/ebooks/okfizikc.html> Учебные пособия по общей физике.

2. <http://lectoriy.mipt.ru/lecture?category=Physics&lecturer> Видеолекции и открытые образовательные материалы ФизТеха. Лекции по Физике.
3. <http://feynmanlectures.caltech.edu/>- The Feynman Lectures on Physics
4. <http://pskgu.ru/ebooks/tf.html> . Теоретическая Физика.
5. <http://physics.nad.ru/> - физика в анимациях
6. <http://dmitryukts.narod.ru/kopilka/video.html>- опыты по физике.
7. <https://sites.google.com/site/rggmustud/> Актуальная информация для студентов, проходящих обучение физике в РГГМУ

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекции	В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на формулировки физических законов, процессов, явлений. Подробно записывать математические выводы формул. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.
Практические занятия	Практическое занятие – это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленное на углубление научно- теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы. В процессе таких занятий вырабатываются практические умения. Перед практическим занятием следует изучить конспект лекции и рекомендованную литературу, обращая внимание на практическое применение теории и на методику решения типовых задач, решить задачи заданные на дом (не менее пяти типовых задач). Главным содержанием

	<p>практических занятий является активная работа каждого студента по применению физических понятий, законов и моделей к конкретным задачам, в том числе прикладного характера. На практическом занятии главное – уяснить связь решаемых задач с теоретическими положениями. Для закрепления навыков дома решаются задачи, заданные преподавателем по пройденной теме. Для ведения записей на практических занятиях обычно заводят отдельную тетрадь. Для закрепления полученных практических навыков после изучения темы проводится тестирование. Тестовые задания выполняются в виде решения индивидуальных задач во внеаудиторное время и сдаются преподавателю на проверку. Проверенные тесты хранятся у преподавателя до завершения изучения дисциплины.</p> <p>Логическая связь лекций и практических занятий заключается в том, что информация, полученная на лекции, в процессе самостоятельной работы на практическом занятии осмысливается и перерабатывается, при помощи преподавателя анализируется до мельчайших подробностей, после чего прочно усваивается.</p>
<p>Внеаудиторная работа</p>	<p>представляет собой вид занятий, которые каждый студент организует и планирует самостоятельно. Самостоятельная работа студентов включает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – самостоятельное изучение разделов дисциплины; – подготовку к практическим занятиям, решение индивидуальных задач; – выполнение дополнительных индивидуальных творческих заданий;
<p>Подготовка к экзамену</p>	<p>Экзамен имеет целью проверить и оценить уровень теоретических знаний, умение применять их к решению практических задач, а также степень овладения практическими умениями и навыками в объеме требований учебных программ.</p> <p>Подготовка к экзамену предполагает изучение конспектов лекций, рекомендуемой литературы и других источников, повторение материалов практических занятий. К экзамену допускаются студенты, выполнившие все требования учебной программы.</p>

**8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ
ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО
ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ
(ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)**

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
Математический аппарат электродинамики	Лекции, практические занятия, практические задания (домашние задачи), собеседование, тестирование самостоятельная работа студентов	Microsoft Windows Microsoft Office:Word, Excel PowerPoint; ЭБС РГГМУ https://bibliotech.esstu.ru
Уравнения Максвелла – основа теории электромагнитного поля	Лекции, практические занятия, практические задания (домашние задачи), собеседование, тестирование самостоятельная работа студентов	Microsoft Windows Microsoft Office:Word, Excel PowerPoint; ЭБС РГГМУ https://bibliotech.esstu.ru
Математические методы решения системы уравнений Максвелла	Лекции, практические занятия, практические задания (домашние задачи), собеседование, тестирование самостоятельная работа студентов	Microsoft Windows Microsoft Office:Word, Excel PowerPoint; ЭБС РГГМУ https://bibliotech.esstu.ru
Электростатика	Лекции, практические занятия, практические задания (домашние задачи), собеседование, тестирование самостоятельная работа студентов	Microsoft Windows Microsoft Office:Word, Excel PowerPoint; ЭБС РГГМУ https://bibliotech.esstu.ru

Магнитостатика	Лекции, практические занятия, практические задания (домашние задачи), собеседование, тестирование самостоятельная работа студентов	Microsoft Windows Microsoft Office:Word, Excel PowerPoint; ЭБС РГГМУ https://bibliotech.esstu.ru
Теория электромагнитных волн	Лекции, практические занятия, практические задания (домашние задачи), собеседование, тестирование самостоятельная работа студентов	Microsoft Windows Microsoft Office:Word, Excel PowerPoint; ЭБС РГГМУ https://bibliotech.esstu.ru
Движение заряженных частиц в электромагнитных полях.	Лекции, практические занятия, практические задания (домашние задачи), собеседование, тестирование самостоятельная работа студентов	Microsoft Windows Microsoft Office:Word, Excel PowerPoint; ЭБС РГГМУ https://bibliotech.esstu.ru
Магнитная гидродинамика (МГД)	Лекции, практические занятия, практические задания (домашние задачи), собеседование, самостоятельная работа студентов	Microsoft Windows Microsoft Office:Word, Excel PowerPoint; ЭБС РГГМУ https://bibliotech.esstu.ru

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Учебные поточные аудитории;
2. Аудитория для самостоятельной работы
3. Мультимедийная техника и презентации.
4. Электронно-библиотечная система РГГМУ <https://bibliotech.esstu.ru>