

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра общей физики**

Авторы-составители: **Колчанов Николай Викторович  
Бабушкин Игорь Аркадьевич  
Семенов Виталий Анатольевич  
Кондрашов Александр Николаевич  
Рыбкин Константин Анатольевич**

Рабочая программа дисциплины  
**ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ**  
Код УМК 3620

Утверждено  
Протокол №9  
от «19» мая 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Электричество и магнетизм

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в базовую часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **03.03.02** Физика

направленность Фундаментальная физика

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Электричество и магнетизм** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**03.03.02** Физика (направленность : Фундаментальная физика)

**ОПК.7** способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	03.03.02 Физика (направленность: Фундаментальная физика)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	4
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	5
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	180
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	70
<b>Проведение лекционных занятий</b>	42
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	28
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	110
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (3) Итоговое контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (4 триместр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### **Электричество и магнетизм. Первый семестр**

Дисциплина «Электричество и магнетизм» входит в профессиональный цикл и является обязательной для изучения. Дисциплина нацелена на формирование общекультурных и профессиональных компетенций выпускника. Дисциплина дает представление о физической теории в области электричества и магнетизма как обобщение наблюдений, практического опыта и эксперимента. Текущий контроль образовательных результатов студентов по данной дисциплине проходит в форме контрольных мероприятий, содержанием которых является предъявление и проверка объектов оценивания. Программой дисциплины предусмотрено четыре контрольных мероприятия, последнее из которых является итоговым. Оценивание проводится по балльно-рейтинговой системе. Максимально возможное количество баллов по дисциплине – 100 баллов. Два контрольных мероприятия отводятся на практические занятия (решение задач), каждое из которых оценивается максимально в 20 баллов. И два контрольных мероприятия (одно из которых итоговое) отводятся на проверку знаний теоретического курса с максимальным количеством баллов по каждому 20 и 40. Контрольные мероприятия проводятся в письменной форме и в защищаемой форме (с последующим собеседованием с преподавателем). Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетные единицы, 180 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные, практические занятия, а так же самостоятельная работа студента.

### **Введение. Электромагнетизм. Закон Кулона.**

Рассматривается действие на расстоянии и полевое взаимодействие, история вопроса «Электричество и магнетизм». Дается определение электрического заряда и рассматривается его свойства. Разбирается закон Кулона и границы его применимости.

### **Электростатика.**

Электрический заряд. Два вида электричества. Микроскопические носители заряда. Опыт Милликена. Элементарный заряд. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Его полевая трактовка. Вектор напряженности электрического поля. Принцип суперпозиции электрических полей. Электрический диполь. Поле диполя. Силы действующие на диполь в электрическом поле. Поток вектора напряженности электрического поля. Теорема Остроградского – Гаусса в интегральной форме, её представление в дифференциальной форме. Теорема Ирншоу. Работа сил электростатического поля. Потенциальность электростатического поля. Потенциал. Нормировка потенциала. Связь потенциала с вектором напряженности электростатического поля. Циркуляция вектора напряженности электростатического поля. Теорема о циркуляции и её представление в дифференциальной форме. Уравнение Пуассона и основная задача электростатики.

### **Электрическое поле. Напряжённость электрического поля.**

Дается определение электрического поля и напряженности электрического поля. Разбирается закон суперпозиции напряженности электрического поля, понятие силовой линии напряженности электрического поля. Рассматривается вид силовых линий от различных заряженных тел.

### **Диполь. Поле диполя.**

Дается определение электрического диполя. Разбирается электрическое поле создаваемое диполем. Рассматривается поведение электрического диполя в однородном и неоднородном внешнем электрическом поле. Вводится понятие дипольного момента.

### **Электростатическая теорема Гаусса.**

Дается понятие потока вектора напряженности электрического поля. Рассматривается поток вектора напряженности электрического поля через замкнутую поверхность создаваемый точечным зарядом и системой точечных зарядов. На основе теоремы Остроградского-Гауса выводится теорема Гаусса в дифференциальной форме.

### **Работа по перемещению зарядов. Электрическое напряжение. Потенциал. Связь напряжённости и потенциала.**

Рассматривается работа электростатического поля по перемещению точечного электрического заряда. Дается определение электрического напряжения и потенциала. Разбирается связь между потенциальной силой и потенциальной энергией. Дается определение градиента. Выводится связь между напряженностью электростатического поля и потенциалом.

### **Энергия системы точечных зарядов.**

Рассматривается потенциальная энергия двух электрических зарядов и системы из  $N$  электрических зарядов.

### **Электрическое поле в веществе. Проводники.**

Рассматривается вещество как система заряженных частиц и напряженность электрического поля как осредненная характеристика. Исследуется поведение напряженности электрического поля и потенциала как внутри проводника, так и снаружи. Рассматривается распределение свободного электрического заряда по поверхности проводника. Разбирается метод электрических изображений, понятие электрической емкости проводника и конденсатора. Рассматривается энергия заряженного проводника и конденсатора.

### **Проводники в электрическом поле.**

Рассматривается незаряженный проводник во внешнем электрическом поле. Исследуется напряженность электрического поля и объемная плотность электрического заряда внутри проводника, поведение силовых линий напряженности электрического поля вблизи наружной поверхности проводника, распределение потенциала и электрического заряда по поверхности проводника. Рассматривается электрическое поле внутри и снаружи заряженного проводника. Измерение потенциала проводника. Эквипотенциальные поверхности.

### **Метод электрических изображений.**

Разбирается метод электрических изображений для расчета электрического поля точечного заряда или системы точечных зарядов находящихся над поверхностью проводника различной формы.

### **Емкость. Энергия заряженных уединённого проводника и конденсатора.**

Рассматривается емкость проводящего тела и потенциальная энергия заряженного тела. Дается определение конденсатора, емкости конденсатора и рассматриваются виды конденсаторов. Дается вывод потенциальной энергии заряженного конденсатора.

### **Электрическое поле в веществе. Диэлектрики.**

В данном разделе рассматриваются следующие темы:

Вектор поляризации. Свободные и связанные заряды. Связь вектора поляризации со связанными зарядами. Вектор электрической индукции. Диэлектрическая проницаемость и диэлектрическая восприимчивость вещества. Материальное уравнение для векторов электрического поля. Понятие о тензоре диэлектрической проницаемости. Теорема Гаусса в присутствии диэлектриков. Её дифференциальная форма. Граничные условия для векторов напряженности и индукции электрического поля. Преломление линий напряженности и индукции на границе двух диэлектриков. Принципиальные методы измерения напряженности и индукции электрического поля в однородном диэлектрике. Энергия системы электрических зарядов. Энергия взаимодействия и собственная энергия. Энергия электростатического поля и её объемная плотность. Энергия электрического диполя во внешнем поле. Пондеромоторные силы в электрическом поле и методы их вычисления. Связь пондеромоторных сил с

энергией электрических зарядов. Электронная теория поляризации диэлектриков. Локальное поле. неполярные диэлектрики. Формула Клаузиуса - Мосотти. Полярные диэлектрики. Функция Ланжевена. Поляризация ионных кристаллов. Электрические свойства кристаллов. Пироэлектрики. Пьезоэлектрики. Прямой и обратный пьезоэффект и его применение. Сегнетоэлектрики. Доменная структура сегнетоэлектриков. Гистерезис. Точка Кюри сегнетоэлектрика.

### **Поляризация диэлектриков. Свободные и связанные заряды. Полярные и неполярные диэлектрики.**

Рассматривается электрическая поляризация диэлектриков, механизмы поляризации. Дается определение полярных и неполярных молекул (диэлектриков), связанных (поляризованных) зарядов.

### **Вектор поляризации. Теорема Гаусса для векторов напряженности и поляризации. Вектор электрической индукции.**

Основные понятия разделов: Вектор поляризации. Теорема Гаусса для векторов напряженности и поляризации. Вектор электрической индукции.

### **Условия на границах двух диэлектриков. Общая задача математической электростатики.**

Основные понятия разделов: Условия на границах двух диэлектриков. Общая задача математической электростатики.

### **Поле равномерно поляризованного шара.**

Задача о поле равномерно поляризованного шара.

### **Электронная теория поляризации.**

Рассматриваются основы электронной теории поляризации.

### **Пьезоэлектрики. Пироэлектрики. Сегнетоэлектрики.**

Рассматриваются такие виды диэлектриков как: пьезоэлектрики, пироэлектрики, сегнетоэлектрики.

### **Энергия электрического поля.**

Основные понятия раздела : Энергия электрического поля.

### **Постоянный электрический ток.**

Сила и плотность тока. Линии тока. Электрическое поле в проводнике с током и его источники. Уравнение непрерывности. Условие стационарности тока. Электрическое напряжение. Закон Ома для участка цепи. Электросопротивление. Удельная электропроводность вещества. Дифференциальная форма закона Ома. Работа и мощность тока. Закон Джоуля - Ленца и его дифференциальная форма. Сторонние силы. ЭДС. Закон Ома для замкнутой цепи. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа. Токи в сплошных средах. Заземление. Закон сохранения энергии для цепей постоянного тока.

### **Плотность электрического тока. Закон сохранения электрического заряда.**

Основные понятия разделов: Плотность электрического тока. Закон сохранения электрического заряда.

### **Закон Ома для однородного участка цепи. Сверхпроводники.**

Основные понятия разделов: Закон Ома для однородного участка цепи. Сверхпроводники.

### **Э.Д.С. источника тока. Закон Ома для неоднородного участка цепи и полной цепи.**

Основные понятия разделов: Э.Д.С. источника тока. Закон Ома для неоднородного участка цепи и полной цепи.

### **Мощность электрического тока. Закон Джоуля-Ленца.**

Основные понятия разделов: Мощность электрического тока. Закон Джоуля-Ленца.

### **Соединения проводников. Правила Кирхгофа.**

Основные понятия разделов: Соединения проводников. Правила Кирхгофа.

### **Электрические токи в газах, металлах, полупроводниках и вакууме.**

Основные понятия разделов: Электрические токи в газах, металлах, полупроводниках и вакууме

### **Электролиты.**

Основные понятия раздела Электролиты.

### **Магнитное поле в вакууме.**

Электромагнетизм. Магнитостатика. Взаимодействие токов. Элемент тока. Закон Био-Савара-Лапласа и его полевая трактовка. Принцип суперпозиции. Вектор индукции магнитного поля. Действие магнитного поля на ток. Закон Ампера. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля. Дифференциальная форма теоремы о циркуляции. Вихревой характер магнитного поля. Векторный потенциал. Его связь с вектором индукции магнитного поля. Отсутствие в природе магнитных зарядов. Элементарный ток и его магнитный момент. Поле элементарного тока. Элементарный ток в магнитном поле. Понятие о магнитном диполь-дипольном взаимодействии. Сила Лоренца. Эффект Холла. Магнитное поле движущегося заряда. Поток вектора магнитной индукции (магнитный поток). Теорема о магнитном потоке в интегральной и дифференциальной форме. Явление самоиндукции. Коэффициент самоиндукции (индуктивность) контура. Коэффициенты взаимной индукции.

### **Магнитная индукция. Поле движущегося заряда. Закон Био-Савара-Лапласа.**

Основные понятия разделов Магнитная индукция. Поле движущегося заряда. Закон Био-Савара-Лапласа.

### **Сила Лоренца. Сила Ампера.**

Основные понятия разделов: Сила Лоренца. Сила Ампера.

### **Действие магнитного поля на контур с током. Магнитный момент. Магнитное поле контура с током. Поток вектора индукции.**

Основные понятия разделов: Действие магнитного поля на контур с током. Магнитный момент. Магнитное поле контура с током. Поток вектора индукции.

### **Работа, совершаемая при перемещении тока в магнитном поле. Циркуляция и ротор вектора индукции.**

Основные понятия разделов: Работа, совершаемая при перемещении тока в магнитном поле. Циркуляция и ротор вектора индукции.

### **Магнитное поле соленоида.**

Основные понятия раздела : Магнитное поле соленоида.

### **Энергия магнитного поля.**

Основные понятия раздела Энергия магнитного поля.

### **Магнитное поле в веществе.**

Понятие о молекулярных токах. Вектор намагниченности и его связь с молекулярными токами. Вектор напряженности магнитного поля. Магнитная проницаемость и магнитная восприимчивость вещества. Материальное уравнение для векторов магнитного поля. Понятие о тензоре магнитной проницаемости. Граничные условия для векторов напряженности и индукции магнитного поля. Магнитное поле в

полостях в однородном магнетике. Принципиальные методы измерения напряженности и индукции магнитного поля в магнетиках. Классификация магнетиков: диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Объяснение диамагнетизма. Ларморова прецессия. Объяснение парамагнетизма по Ланжевену. Гиромагнитное отношение. Опыты Эйнштейна-де-Гааза. Опыт Барнетта. Ферромагнетики и их основные свойства. Доменная структура. Гистерезис намагничивания. Кривая Столетова. Остаточная индукция и коэрцитивная сила. Температурная зависимость намагниченности. Точка Кюри. Силы, действующие на магнетики в магнитном поле. Магнитные материалы и их применение.

### **Намагничивание магнетика. Циркуляция в веществе. Напряжённость магнитного поля.**

Основные понятия раздела : Намагничивание магнетика. Циркуляция в веществе. Напряжённость магнитного поля.

### **Граничные условия для напряженности и индукции магнитного поля.**

Основные понятия раздела Граничные условия для напряженности и индукции магнитного поля.

### **Виды магнетиков. Диамагнетики. Парамагнетики. Ферромагнетики.**

Основные понятия разделов:Виды магнетиков. Диамагнетики. Парамагнетики. Ферромагнетики.

### **Магнито-механические явления.**

Основные понятия раздела Магнито-механические явления.

### **Электромагнитная индукция.**

Закон электромагнитной индукции Фарадея и его формулировка в дифференциальной форме. Правило Ленца. Индукционные методы измерения магнитных полей. Токи Фуко. Магнитная энергия контура с током. Магнитная энергия совокупности контуров с током.

### **Опыты Фарадея. Природа электромагнитной индукции.**

Основные понятия раздела Опыты Фарадея. Природа электромагнитной индукции.

### **Закон Максвелла. Преобразование механической и внутренней энергии в электрическую.**

#### **Токи Фуко.**

Основные понятия разделов Закон Максвелла. Преобразование механической и внутренней энергии в электрическую. Токи Фуко.

### **Самоиндукция. Взаимная индукция.**

Основные понятия разделов Самоиндукция. Взаимная индукция.

### **Работа по перемагничиванию.**

Основные понятия раздела Работа по перемагничиванию.

### **Электрические явления в контактах.**

Явление Пельтье. Внутренняя контактная разность потенциалов. Явление Томсона. Термоэлектричество. Применение термоэлектричества. Контакт двух полупроводников. Полупроводниковый диод.

### **Переменный синусоидальный ток.**

Методы комплексных амплитуд и векторных диаграмм. Активное, емкостное и индуктивное сопротивление. Закон Ома для цепей переменного тока. Резонанс напряжений. Резонанс токов. Правила Кирхгофа для цепей переменного тока. Работа и мощность переменного тока. Эффективные значения тока и напряжения.

Квазистационарные токи. Критерии квазистационарности. Переходные процессы в RC и LC цепях.

Колебательный контур. Собственные колебания в контуре. Уравнение гармонических колебаний. Энергия запасенная в контуре. Затухающие колебания в контуре и их уравнение. Показатель затухания. Время релаксации. Логарифмический декремент затухания. Добротность контура. Вынужденные колебания в контуре. Резонанс. Ширина резонансной кривой и её связь с добротностью контура. Процесс установления вынужденных колебаний. Колебания в связанных контурах. Парциальные колебания и их частоты. Нормальные колебания (моды) и их частоты.

### **Зонная теория проводимости.**

Проводники. Основные положения классической электронной теории проводимости Друде-Ленца. Опыты Толмена и Стюарта. Законы Ома и Джоуля-Ленца в классической теории. Закон Видемана-Франца. Трудности классической теории. Понятие о зонной теории твердых тел. Энергетические уровни и формирование энергетических зон. Принцип Паули. Статистика Ферми-Дирака. Полупроводники. Особенности зонной структуры диэлектриков, полупроводников и металлов. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Полупроводники р и n типа. р - n переход. Применение полупроводников: полупроводниковые диоды, транзисторы, фотодиоды, фоторезисторы. Контактные явления. Контактная разность потенциалов. Термоэлектричество. Термоэлектродвижущая сила. Термопары. Эффект Пельтье. Явление Томсона. Сверхпроводимость. Основные свойства сверхпроводников. Эффект Мейснера, критическое магнитное поле. Применение сверхпроводников. Электролиты. Закон Фарадея. Токи в газах. Основные типы газового разряда. Плазменное состояние вещества. Электропроводность плазмы. Электрический ток в вакууме. Электронная эмиссия.

### **Система уравнений Максвелла. Ток смещения.**

Волновое уравнение. Электромагнитные волны. Скорость их распространения. Поперечность электромагнитных волн. Плоская электромагнитная волна. Вектор Умова-Пойнтинга. Закон сохранения энергии электромагнитного поля. Вибратор Герца.

### **Движение заряженных частиц в электромагнитных полях.**

Основные понятия и законы раздела: Движение заряженных частиц в электромагнитных полях.

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

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Зотеев, А. В. Общая физика: механика. Электричество и магнетизм : учебное пособие для академического бакалавриата / А. В. Зотеев, А. А. Склянкин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 244 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-06856-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/438417>
2. Алешкевич, В.А. Электромагнетизм : учебник / В.А. Алешкевич. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2014. — 404 с. — ISBN 978-5-9221-1555-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. <https://elis.psu.ru/node/580915>

### Дополнительная:

1. Сарина, М. П. Электричество и магнетизм. Часть 1. Электричество : учебное пособие / М. П. Сарина. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 152 с. — ISBN 978-5-7782-2213-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/45196.html>
2. Малышев Л. Г. Избранные главы курса физики. Электромагнетизм: Учебное пособие/Малышев Л. Г..- Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014, ISBN 978-5-7996-1200-9.-155. <http://www.iprbookshop.ru/69598.html>
3. Зильберман Е. С., Зильберман Е. А., Сивков В. Г. Общий физический практикум по электричеству и магнетизму: учебное пособие : лабораторные работы/Е. С. Зильберман, Е. А. Зильберман, В. Г. Сивков.- Пермь: ПГНИУ, 2019, ISBN 978-5-7944-3391-3.-238. <https://elis.psu.ru/node/601503>
4. Бондарев, Б. В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 2: электромагнетизм, оптика, квантовая физика : учебник для бакалавров / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 441 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-1754-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/425490>

## 9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<https://studfiles.net/preview/878174/> Иродов И.Е. Основные законы электромагнетизма

<https://studfiles.net/preview/1109610/> Иродов И.Е. Задачи по общей физике

<http://www.alleng.ru/d/phys/phys142.htm> Севухин Д.В. Электричество и магнетизм. Сборник задач.

<https://studfiles.net/preview/878176/> Севухин Д.В. Электричество. Общий курс физики

<http://librams.ru/serie-1485.html> Феймановский курс лекций

<http://lectoriy.mipt.ru/course/Physics-Electricity-14S#lectures> Видеокурс лекций "Электричество и магнетизм" онлайн ресурса Лекторий МФТИ (Овчинкин В.А.)

<http://lectoriy.mipt.ru/course/Physics-Electricity-07L> Видеокурс лекций "Электричество и магнетизм" онлайн ресурса Лекторий МФТИ (Козел С.М.)

<http://lectoriy.mipt.ru/collection/Physics-Coursera-Electricity-Demos/lectures> Демонстрации по курсу "Электричество и магнетизм" онлайн ресурса Лекториум МФТИ

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Электричество и магнетизм** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета;
- интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта, профессиональные тематические чаты и форумы, системы аудио и видео конференций, онлайн энциклопедии и т.д.).

Программное обеспечение:

- ОС «Альт Образование» (Договор № ДС 003–2020);
- офисный пакет приложений "Libre office";
- приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиа контент PDF-файлов "Adobe Acrobat Reader DC";
- программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель) "Windows Media Plaer";
- программа просмотра интернет контента (браузер) "Google Chrome".

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

1. Лекционные занятия.

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран для проектора, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

2. Занятий семинарского типа (семинары, практические занятия).

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран для проектора, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

3. Групповые (индивидуальные) консультации.

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

4. Текущий контроль.

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

5. Самостоятельная работа.

Аудитория для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Электричество и магнетизм**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОПК.7</b> способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач</p>	<p>Знает основы фундаментальных разделов общей и теоретической физики. Умеет использовать данные знания для решения профессиональных задач. Владеет методами решения задач.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- не демонстрирует знание основного содержания дисциплины;</li> <li>- не владеет основными понятиями, законами и теорией, необходимыми для объяснения явлений, закономерностей</li> </ul> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- демонстрирует не полное знание основного содержания раздела и его элементов в соответствии с прослушанным лекционным курсом;</li> <li>- владение основными понятиями, законами и теорией, необходимыми для объяснения явлений, закономерностей;</li> <li>- допускает существенные ошибки при изложении материала.</li> </ul> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ответ по вопросу или заданию аргументированный, демонстрирующий знание основного содержания раздела и его элементов в соответствии с прослушанным лекционным курсом и с учебной литературой;</li> <li>- демонстрирует понимание материала, приводит примеры;</li> <li>- владеет основными понятиями, законами и теорией, необходимыми для объяснения явлений, закономерностей.</li> </ul> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ответ по вопросу или заданию аргументированный, логически выстроенный, полный, демонстрирующий знание основного содержания раздела и его</li> </ul>

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>элементов в соответствии с прослушанным лекционным курсом и с учебной литературой;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- демонстрирует полное понимание материала, выводы доказательны, приводит примеры;</li><li>- свободное владение основными понятиями, законами и теорией, необходимыми для объяснения явлений, закономерностей.</li></ul>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b> <b>ОПК.7</b> способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	Электрическое поле. Напряжённость электрического поля. <b>Входное тестирование</b>	Знание основ курсов "Векторного и Тензорного анализа". Умение дифференцировать и интегрировать функции. Знание основ курсов "Колебания и волны" и "Неорганическая химия" (металлы, полупроводники, электролиты)
<b>ОПК.7</b> способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	Энергия электрического поля. <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Умение решать задачи по следующим темам:1) расчёт напряжённости и потенциала электростатического поля, создаваемого линейным, поверхностным и объёмным зарядами, по принципу суперпозиции;2) расчёт напряжённости и потенциала электростатического поля, создаваемого линейным, поверхностным и объёмным зарядами, с использованием теоремы Гаусса;3) расчёт характеристик (векторов напряжённости, индукции и поляризации) электростатического поля в присутствии диэлектриков и проводников;4) конденсаторы (плоский, цилиндрический, сферический) и расчёт их ёмкости.

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ОПК.7</b> способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач</p>	<p>Соединения проводников. Правила Кирхгофа. <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Теоретические основы курса: электрическое поле в вакууме, теорема Гауса, электрический диполь, электрический потенциал, проводники в электрическом поле, диэлектрики в электрическом поле, электрическая ёмкость, энергия электрического поля, электрический ток, зонная теория проводимости и ее применение.</p>
<p><b>ОПК.7</b> способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач</p>	<p>Самоиндукция. Взаимная индукция. <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Умение решать задачи по следующим темам: 1) расчёт индукции магнитного поля, создаваемого линейными, поверхностными и объёмными токами, по принципу суперпозиции; 2) расчёт индукции и напряжённости магнитного поля, создаваемого линейными, поверхностными и объёмными токами, с использованием теоремы о циркуляции; 3) закон электромагнитной индукции Фарадея, самоиндукция, взаимная индукция; 4) цепи переменного тока, расчёт импеданса цепи с помощью векторных диаграмм и комплексной плоскости.</p>
<p><b>ОПК.7</b> способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач</p>	<p>Система уравнений Максвелла. Ток смещения. <b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Теоретические основы курса: магнитное поле в вакууме, магнитное поле в веществе, теорема Гауса для магнитных полей, теорема о циркуляции напряженности магнитного поля и вектора магнитной индукции, электромагнитная индукция, магнитная энергия, движение заряженных частиц в электромагнитных полях, электрические токи в жидкостях и газах, система уравнений Максвелла, электромагнитные волны.</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Электрическое поле. Напряжённость электрического поля.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Знание определения колебаний, гармонических колебаний. Знание характеристик гармонических колебаний, уравнения свободных, затухающих и вынужденных колебаний в дифференциальной форме и решения этих уравнений. Знание определения волны, уравнение волны в дифференциальной форме и его решения, характеристики волны.	6
Знает основы строения вещества. Разбирается в таблице Менделеева. Знает с точки зрения школьного курса неорганической химии что такое металлы, полупроводники, электролиты. Знает что такое электролиз, законы Фарадея для электрического тока в электролитах.	5
Знает сложение, вычитание, скалярное и векторное произведение векторов. Умеет брать проекцию векторов на ось. Знает понятия градиента, дивергенции, ротора вектора и умеет выполнить основные операции тензорного анализа с ними.	5
Знает табличные производные и интегралы функций и умеет применять их на практике.	4

### Энергия электрического поля.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Решена задача о расчёте напряжённости или потенциала электростатического поля, создаваемого линейным зарядом, по принципу суперпозиции. Задача считается решённой, если правильно выполнены и описаны 4 из 5 основных пунктов решения: приведены общие законы и закономерности; сделан рисунок задачи с введённой системой координат; выписаны проекции векторных законов и величин; составлены интегралы; проведены математические вычисления интегралов и получен окончательный ответ.	5
Решена задача о расчёте напряжённости или потенциала электростатического поля, создаваемого поверхностным или объёмным зарядом, по принципу суперпозиции. Задача считается решённой, если правильно выполнены и описаны 4 из 5 основных пунктов решения: приведены общие законы и закономерности; сделан рисунок задачи с введённой системой координат; выписаны проекции векторных законов и величин; составлены интегралы; проведены математические вычисления интегралов и получен окончательный ответ.	5
Решена задача о расчёте напряжённости и потенциала электростатического поля между обкладками конденсатора и вычислении его ёмкости. Задача считается решённой, если правильно выполнены и описаны 4 из 5 основных пунктов решения: приведены общие законы и закономерности; сделан рисунок задачи; рассчитана напряжённость поля между обкладками; найдена разность потенциалов между обкладками; проведены математические вычисления и получен окончательный ответ.	5
Решена задача о расчёте векторов напряжённости, индукции и поляризации электростатического поля, создаваемого неточечными зарядами, с использованием теоремы Гаусса. Задача считается решённой, если правильно выполнены и описаны 4 из 5 основных пунктов решения: приведены общие законы и закономерности; сделан рисунок	5

задачи; показано преобразование интеграла, определяющего поток векторной характеристики поля через абстрактную замкнутую поверхность; вычислен заряд, ограниченный абстрактной поверхностью; составлено тождество по теореме Гаусса и получен окончательный ответ.	
--	--

### **Соединения проводников. Правила Кирхгофа.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Умеет выводить физические уравнения.	6
Умеет объяснить законы из курса.	6
Знает математическую запись основных законов из курса.	4
Знает определения физических величин из курса и их математическое выражение и единицы измерения.	4

### **Самоиндукция. Взаимная индукция.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Решена задача о расчёте индукции магнитного поля, создаваемого линейным током, по принципу суперпозиции. Задача считается решённой, если правильно выполнены и описаны 4 из 5 основных пунктов решения: приведены общие законы и закономерности; сделан рисунок задачи с введённой системой координат; выписаны проекции векторных законов и величин; составлены интегралы; проведены математические вычисления интегралов и получен окончательный ответ.	5
Решена задача по теме электромагнитная индукция Фарадея или теме цепи переменного тока. Задача считается решённой, если правильно выполнены и описаны 3 из 4 основных пунктов решения: приведены общие законы и закономерности; сделан рисунок задачи; рассчитан поток вектора индукции по определению или построены векторные диаграммы для цепи переменного тока; проведены необходимые математические преобразования общих законов и получен окончательный ответ.	5
Решена задача о расчёте векторов напряжённости, индукции магнитного поля, создаваемого линейными, поверхностными и объёмными токами, с использованием теоремы о циркуляции. Задача считается решённой, если правильно выполнены и описаны 4 из 5 основных пунктов решения: приведены общие законы и закономерности; сделан рисунок задачи; показано преобразование интеграла, определяющего циркуляции	5

векторной характеристики поля вдоль абстрактной замкнутой линии; вычислена сила тока, ограниченного абстрактной линией; составлено тождество по теореме о циркуляции и получен окончательный ответ.	
Решена задача о расчёте индукции магнитного поля, создаваемого поверхностным или объёмным током, по принципу суперпозиции. Задача считается решённой, если правильно выполнены и описаны 4 из 5 основных пунктов решения: приведены общие законы и закономерности; сделан рисунок задачи с введённой системой координат; выписаны проекции векторных законов и величин; составлены интегралы; проведены математические вычисления интегралов и получен окончательный ответ.	5

### **Система уравнений Максвелла. Ток смещения.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Умеет выводить физические уравнения.	12
Умеет объяснить законы из курса.	12
Знает математическую запись основных законов из курса.	8
Знает определения физических величин из курса и их математическое выражение и единицы измерения.	8