

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

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

**Кафедра общей физики**

Авторы-составители: **Бабушкин Игорь Аркадьевич  
Колчанов Николай Викторович  
Кондрашов Александр Николаевич**

Рабочая программа дисциплины  
**ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ**  
Код УМК 95711

Утверждено  
Протокол №9  
от «25» мая 2021 г.

Пермь, 2021

## **1. Наименование дисциплины**

Электричество и магнетизм

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

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

Направление: **28.03.01** Нанотехнологии и микросистемная техника  
направленность Материалы микро- и наносистемной техники

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

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

**28.03.01** Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность : Материалы микро- и наносистемной техники)

**ОПК.3** Способен применять базовые знания в области математики, физики и других наук в профессиональной деятельности, в том числе педагогической деятельности, для проведения научных исследований, анализа объектов, систем, процессов, явлений и методов, их экспериментального и теоретического (включая построение их качественных и количественных моделей) изучения и для использования полученных результатов на практике

#### **Индикаторы**

**ОПК.3.1** Применяет базовые знания в области математики, физики и других наук в профессиональной деятельности

**ОПК.3.2** Понимает физические методы теоретического и экспериментального изучения систем, явлений и процессов в природе и применяет их на практике

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность: Материалы микро- и наносистемной техники)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	4
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	6
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	216
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	84
<b>Проведение лекционных занятий</b>	42
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	42
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	132
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (3)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (4 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Введение в электромагнетизм. Закон Кулона.**

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 6 зачетные единицы, 216 часов. Программой дисциплин предусмотрены лекционные, практические занятия, а так же самостоятельная работа студента.

### **Электромагнитные взаимодействия. Электрический заряд и его свойства. Полевая трактовка закона 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. Электрическое поле в вакууме.**

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. Силовые линии напряженности 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.

### **Электрический диполь. Электрическое 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 и её применение.**

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 электрического заряда в электрическом поле. Электрическое напряжение. Электрический потенциал. Связь напряженности 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. Электрическое поле заряженного проводника.**

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 и системы точечных зарядов находящихся над поверхностью проводника различной формы.

### **Емкость уединенного проводника. Конденсатор. Электрическая емкость батареи конденсаторов. Энергия электрически заряженного проводника и энергия 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. Полупроводники.**

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

Рассматривается электрическая поляризация диэлектриков, механизмы поляризации. Дается определение полярных и неполярных молекул (диэлектриков), связанных (поляризованных) зарядов. Дается определение вектора поляризации диэлектриков. Рассматривается теорема Гаусса для напряженности электрического поля и вектора поляризации. Вводится понятие вектора электрической индукции.

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

**Электронная теория поляризации.** Рассматриваются основы электронной теории поляризации.

**Пьезоэлектрики. Пироэлектрики. Сегнетоэлектрики.** Рассматриваются такие виды диэлектриков как: пьезоэлектрики, пироэлектрики, сегнетоэлектрики.

**Энергия электрического поля.** Разбираются 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.

**Электрический ток. Сила и плотность электрического тока. Закон сохранения электрического заряда.** Рассмотрены основные понятия разделов: электрический ток; сила и плотность электрического тока; закон сохранения электрического заряда.

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

**ЭДС источника тока. Законы Ома для неоднородного участка цепи и полной цепи.** Основные понятия разделов: Э.Д.С. источника тока; законы 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.

### **Зонная теория проводимости. Электрическая проводимость проводников, диэлектриков и полупроводников.**

Основные понятия разделов: зонная теория проводимости; электрическая проводимость проводников, диэлектриков и полупроводников.

### **Электрические токи в газах.**

Основные понятия раздела: электрические токи в газах.

### **Электролиты. Электрические токи в жидкостях. Законы Фарадея.**

Основные понятия разделов: электролиты; электрические токи в жидкостях; законы Фарадея.

### **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.

### **Взаимодействие двух проводников с током. Магнитная индукция. Магнитное поле движущегося заряда. Закон Био-Савара-Лапласа.**

Основные понятия разделов: взаимодействие двух проводников с током; магнитная индукция; магнитное поле движущегося заряда; закон Био-Савара-Лапласа.

### **Сила Лоренца. Сила Ампера.**

Основные положения разделов: сила Лоренца; сила Ампера.

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

Основные положения разделов: действие магнитного поля на контур с током; магнитный момент; магнитное поле контура с током; поток вектора магнитной индукции.

### **Работа, совершаемая при перемещении проводника с током в магнитном поле. Циркуляция и ротор вектора магнитной индукции.**

Основные положения разделов: работа, совершаемая при перемещении проводника с током в магнитном поле; циркуляция и ротор вектора магнитной индукции.

### **Магнитное поле соленоида.**

Основные положения раздела: магнитное поле соленоида.

### **Энергия магнитного поля.**

Основные положения 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 Ланжевону. Гиромангнитное 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 вектора магнитной индукции в веществе.**

#### **Напряженность магнитного поля.**

Основные положения разделов: намагничивание магнетика; циркуляция вектора магнитной индукции в веществе; напряженность магнитного поля.

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

Основные положения раздела: граничные условия для напряженности и индукции магнитного поля.

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

Основные положения раздела: виды магнетиков (диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики).

### **Магнито-механические явления.**

Основные положения раздела: магнито-механические явления.

### **Электромагнитная индукция.**

Основные положения разделов: закон электромагнитной индукции Фарадея и его формулировка в дифференциальной форме; правило Ленца; индукционные методы измерения магнитных полей; токи Фуко; явления самоиндукции и взаимной индукции; магнитная энергия контура с током; магнитная энергия соленоида.

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

Основные положения разделов: опыты Фарадея, природа электромагнитной индукции.

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

Основные положения разделов: закон Максвелла, преобразование механической и внутренней энергии в электрическую.

### **Токи Фуко. Самоиндукция. Взаимная индукция. Работа по перемагничиванию магнетика.**

Основные положения разделов: токи Фуко; явления самоиндукции и взаимной индукции; магнитная энергия контура с током; магнитная энергия соленоида.

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

Внутренняя контактная разность потенциалов. Законы Вольта. Явление Томсона. Термоэлектричество. Явление Пельтье. Применение термоэлектричества. Контакт двух полупроводников.

Полупроводниковый диод.

### **Контактная разность потенциалов. Законы Вольта.**

Основные положения разделов: внутренняя контактная разность потенциалов; законы Вольта.

### **Явление Пельтье. Явление Томсона.**

Основные положения разделов: явление Пельтье; 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.

### **Переменный синусоидальный ток. Закон Ома для переменного тока. Емкостное и индуктивное сопротивление.**

Основные положения разделов: методы комплексных амплитуд и векторных диаграмм; активное, емкостное и индуктивное сопротивления; закон Ома для цепей переменного тока. Резонанс напряжений. Резонанс токов.

### **Мощность переменного тока. Активное и реактивное сопротивление.**

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.

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

Ток смещения. Циркуляция напряженности магнитного поля с учетом тока смещения. Система уравнений Максвелла, Дополнительная система уравнений Максвелла.

### **Ток смещения.**

Основные положения: ток смещения; циркуляция напряженности магнитного поля с учетом тока смещения.

### **Система уравнений Максвелла. Дополнительная система уравнений Максвелла.**

Основные положения раздела: система уравнений Максвелла, дополнительная система уравнений Максвелла.

### **Электромагнитные волны.**

Волновое уравнение. Электромагнитные волны. Скорость их распространения. Поперечность электромагнитных волн. Плоская электромагнитная волна. Вектор Умова-Пойнтинга. Энергия, импульс, давление электромагнитной волны. Излучение диполя.

### **Волновое уравнение для электромагнитного поля. Плоская электромагнитная волна.**

Основные положения разделов: волновое уравнение для электромагнитного поля; плоская электромагнитная волна.

### **Энергия электромагнитных волн. Импульс электромагнитной волны. Излучение диполя.**

Основные положения разделов: энергия электромагнитных волн; импульс, давление электромагнитной волны; излучение диполя.

## **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. Бухарова, Г. Д. Электричество и магнетизм. Методика преподавания : учебное пособие для академического бакалавриата / Г. Д. Бухарова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 246 с. — (Образовательный процесс). — ISBN 978-5-534-09387-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.ura.it.ru/bcode/437108>
2. Сивухин Д. В. Общий курс физики. учебное пособие для вузов : в 5 т. Т. 3. Электричество / Д. В. Сивухин. -5-е изд., стер. -Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006, ISBN 5-9221-0673-2. -656. -Имен. указ.: с. 646-647. - Предм. указ.: с. 648-654
3. Сивухин Д. В. Общий курс физики. учебное пособие для вузов : в 5 т. Т. 3. Электричество / Д. В. Сивухин. -5-е изд., стер. -Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006, ISBN 5-9221-0673-2. -656. -Имен. указ.: с. 646-647. - Предм. указ.: с. 648-654
4. Калашников С. Г. Электричество: учебное пособие для студентов физических специальностей вузов / С. Г. Калашников. -Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2004, ISBN 5-9221-0312-1. -624.
5. Элементарный учебник физики. учебное пособие : в 3 т. / ред. Г. С. Ландсберг. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2000. Т. 2. Электричество. Магнетизм. -2000. -480, ISBN 5-9221-0003-3

### Дополнительная:

1. Савельев И. В. Курс общей физики. учебное пособие : в 3 т. Т. 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика / И. В. Савельев. -4-е изд., стер. -Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар: Лань, 2005, ISBN 5-8114-0631-2. -497
2. Зильберман Г. Е. Электричество и магнетизм: учебное пособие для вузов / Г. Е. Зильберман. - Долгопрудный: Интеллект, 2008, ISBN 978-5-91559-005-1. -376.
3. Савельев, И. В. Курс физики. В 3 т. Том 2. Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика : учебное пособие для вузов / И. В. Савельев. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 468 с. — ISBN 978-5-8114-9096-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/184164> <https://elis.psu.ru/node/580911>
4. Савельев И. В. Курс общей физики. учебное пособие : в 3 т. Т. 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика / И. В. Савельев. -9-е изд., стер. -Санкт-Петербург: Лань, 2007, ISBN 978-5-8114-0631-9. -496
5. Калашников С. Г. Электричество: учебное пособие для студентов физических специальностей вузов / С. Г. Калашников. -Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2004, ISBN 5-9221-0312-1. -624.
6. Элементарный учебник физики. учебное пособие : в 3 т. / ред. Г. С. Ландсберг. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2001. Т. 2. Электричество. Магнетизм. -2001. -480, ISBN 5-9221-0137-4. -Библиогр.: с. 480

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

<http://genphys.phys.msu.ru/rus/lecdemo/> Лекционные демонстрации МГУ

<https://old.mephi.ru/students/vl/physics/> Лекционные демонстрации МИФИ

<https://www.youtube.com/watch?v=wPyR8Gvs8Jo> Видео лекций по электромагнетизму МГУ

[https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=4331&v=YRQJS8uVHs4&feature=emb\\_title](https://www.youtube.com/watch?time_continue=4331&v=YRQJS8uVHs4&feature=emb_title) Видео лекции о магнетизме

## 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, например "Adobe Acrobat Reader DC";
- программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель), например "Windows Media Plaer";
- программа просмотра интернет контента (браузер), например "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.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ОПК.3**

**Способен применять базовые знания в области математики, физики и других наук в профессиональной деятельности, в том числе педагогической деятельности, для проведения научных исследований, анализа объектов, систем, процессов, явлений и методов, их экспериментального и теоретического (включая построение их качественных и количественных моделей) изучения и для использования полученных результатов на практике**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ОПК.3.2</b> Понимает физические методы теоретического и экспериментального изучения систем, явлений и процессов в природе и применяет их на практике</p>	<p>Знает физические методы теоретического и экспериментального изучения электромагнитных систем, явлений и процессов в природе. Умеет применять эти знания на практике. Владеет методами решения задач по электричеству и магнетизму.</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>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-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 элементов в соответствии с прослушанным лекционным курсом и с учебной литературой;</li> <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>
<p><b>ОПК.3.1</b> Применяет базовые знания в области математики, физики и других наук в профессиональной деятельности</p>	<p>Знает основы теоретического курса "Электричество и магнетизм". Умеет использовать знания при решении профессиональных задач. Владеет навыками решения различных типов задач из курса "Электричество и магнетизм".</p>	<p style="text-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 style="text-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 style="text-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>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-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 элементов в соответствии с прослушанным лекционным курсом и с учебной литературой;</li> <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 : Базовая

**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 (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	Электромагнитные взаимодействия. Электрический заряд и его свойства. Полевая трактовка закона Кулона. <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.3.2</b> Понимает физические методы теоретического и экспериментального изучения систем, явлений и процессов в природе и применяет их на практике <b>ОПК.3.1</b> Применяет базовые знания в области математики, физики и других наук в профессиональной деятельности	Соединения проводников. Правила Кирхгофа. <b>Письменное 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 электроёмкости.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ОПК.3.2</b> Понимает физические методы теоретического и экспериментального изучения систем, явлений и процессов в природе и применяет их на практике</p> <p><b>ОПК.3.1</b> Применяет базовые знания в области математики, физики и других наук в профессиональной деятельности</p>	<p>Электролиты. Электрические токи в жидкостях. Законы Фарадея. <b>Письменное 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, электрические токи в газах и жидкостях.</p>
<p><b>ОПК.3.2</b> Понимает физические методы теоретического и экспериментального изучения систем, явлений и процессов в природе и применяет их на практике</p> <p><b>ОПК.3.1</b> Применяет базовые знания в области математики, физики и других наук в профессиональной деятельности</p>	<p>Энергия электромагнитных волн. Импульс электромагнитной волны. Излучение диполя. <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>
<p><b>ОПК.3.2</b> Понимает физические методы теоретического и экспериментального изучения систем, явлений и процессов в природе и применяет их на практике</p> <p><b>ОПК.3.1</b> Применяет базовые знания в области математики, физики и других наук в профессиональной деятельности</p>	<p>Энергия электромагнитных волн. Импульс электромагнитной волны. Излучение диполя. <b>Письменное 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>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

Электромагнитные взаимодействия. Электрический заряд и его свойства. Полевая

## трактовка закона Кулона.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **3 часа**

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

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

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Знание основ механики, 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 табличные производные и интегралы функций и умеет применять их на практике.	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 основы строения вещества. Разбирается в таблице Менделеева. Знает с точки зрения школьного курса неорганической химии что такое металлы, полупроводники, электролиты.	4

## 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**

Показатели оценивания	Баллы
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 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.	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	5

между обкладками; найдена разность потенциалов между обкладками; проведены математические вычисления и получен окончательный ответ.	
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

### **Электролиты. Электрические токи в жидкостях. Законы Фарадея.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 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 выводить физические уравнения.	6
Знает математическую запись основных законов раздела "Электричество".	4
Знает определения физических величин раздела "Электричество" и их математическое выражение и единицы измерения.	4

### **Энергия электромагнитных волн. Импульс электромагнитной волны. Излучение диполя.**

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

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной 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

### **Энергия электромагнитных волн. Импульс электромагнитной волны. Излучение диполя.**

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>
Решена задача о расчёте векторов напряжённости, индукции магнитного поля, создаваемого линейными, поверхностными и объёмными токами, с использованием	5

<p>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 векторной характеристики поля вдоль абстрактной замкнутой линии; вычислена сила тока, ограниченного абстрактной линией; составлено тождество по теореме о циркуляции и получен окончательный ответ.</p>	
<p>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.</p>	5
<p>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.</p>	5
<p>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.</p>	5