

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

**ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ**  
**Кафедра общей и специальной физики**

Одобрено на заседании  
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ  
Протокол от 24.04.2023 № 23.4

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОБЩАЯ ФИЗИКА (ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ) /**  
**GENERAL PHYSICS (ELECTRICITY AND MAGNETISM)**

---

*название дисциплины*

для студентов направления подготовки

**14.03.02 Ядерные физика и технологии**

---

направление/профиль

**Radiation technologies in life sciences**

---

Форма обучения: очная

**г. Обнинск 2023 г.**

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель изучения дисциплины:

- овладение базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, необходимыми для освоения физических основ в ядерных реакторах и материалах.

### Задачи изучения дисциплины:

- изучение теории по темам: механика, элементы релятивистской механики, колебания и волны, молекулярная физика и основы термодинамики, электричества и магнетизма, оптики и атомной физики;
- развитие навыков решения задач по данным темам;
- освоение постановки и проведения физических экспериментов;
- получение практических навыков по обработке и интерпретации результатов экспериментов в процессе выполнения лабораторных работ;
- развитие культуры мышления (способность к обобщению, анализу, восприятию информации);
- развитие практических навыков логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) БАКАЛАВРИАТА

Дисциплина реализуется в рамках обязательной части и относится к естественно-научному модулю.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Математический анализ», «Аналитическая геометрия», «Линейная алгебра».

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Общая физика (волны, оптика и атомная физика) / General Physics (waves, optics and atomic physics)».

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре.

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

В результате освоения ОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

| Коды компетенций | Наименование компетенции                                                            | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК-3             | Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде | З-УК-3 Знать основные приемы и нормы социального взаимодействия; основные понятия и методы конфликтологии, технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии;<br>У-УК-3 Уметь устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе; применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды; |

|              |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              |                                                                                                                                                                                                               | В-УК-3 Владеть простейшими методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>ОПК-1</b> | Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования | З-ОПК-1 Знать базовые законы естественнонаучных дисциплин; основные математические законы; основные физические явления, процессы, законы и границы их применимости; сущность основных химических законов и явлений; методы математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования;<br>У-ОПК-1 Уметь выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;<br>В-ОПК-1 Владеть математическим аппаратом для разработки моделей процессов и явлений, решения практических задач профессиональной деятельности; навыками использования основных общезначимых законов и принципов. |
| <b>УКЕ-1</b> | Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах                  | З-УКЕ-1 Знать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;<br>У-УКЕ-1 Уметь использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи;<br>В-УКЕ-1 Владеть методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами                                                              |

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

| Направления/цели воспитания | Задачи воспитания (код)                                                        | Воспитательный потенциал дисциплин                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Интеллектуальное воспитание | Создание условий, обеспечивающих формирование культуры умственного труда (В11) | Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др. |

|                                        |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Профессиональное и трудовое воспитание | Создание условий, обеспечивающих формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (В14) | <p>1. Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач;</li> <li>- формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости;</li> <li>- формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов.</li> </ul> <p>2. Использование воспитательного потенциала дисциплины «Экономические и правовые основы медицинской деятельности», «Экономические и правовые основы профессиональной деятельности», «Управление, организация и планирование производства» и др. для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение</li> </ul> |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

| Вид работы                                     | Количество часов на вид работы по семестрам: |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Контактная работа обучающихся с преподавателем |                                              |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>              | <b>96</b>                                    |
| В том числе:                                   |                                              |

|                                                                  |            |
|------------------------------------------------------------------|------------|
| лекции                                                           | 32         |
| практические занятия<br>(из них в форме практической подготовки) | 32         |
| лабораторные занятия<br>(из них в форме практической подготовки) | 32         |
| <b>Промежуточная аттестация</b>                                  |            |
| В том числе:                                                     |            |
| экзамен                                                          | 54         |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся</b>                        |            |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>                | <b>102</b> |
| <b>Всего (часы):</b>                                             | <b>252</b> |
| <b>Всего (зачетные единицы):</b>                                 | <b>7</b>   |

## 6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

### 6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

| Неделя      | № п/п     | Наименование раздела /темы дисциплины                         | Виды учебной работы |           |           |          |            |
|-------------|-----------|---------------------------------------------------------------|---------------------|-----------|-----------|----------|------------|
|             |           |                                                               | Лек                 | Пр        | Лаб       | Вне ауд  | СРО        |
| <b>1-6</b>  | <b>1.</b> | <b>Электричество</b>                                          | <b>12</b>           | <b>12</b> | <b>12</b> |          | <b>34</b>  |
| 1           | 1.1       | Поле неподвижных зарядов в вакууме.                           | 2                   | 2         | 2         |          | 7          |
| 2           | 1.2       | Поле неподвижных зарядов в диэлектрике.                       | 2                   | 2         | 2         |          | 7          |
| 3-4         | 1.3       | Проводники в электрическом поле.                              | 4                   | 4         | 4         |          | 10         |
| 5-6         | 1.4       | Энергия электрического поля.                                  | 4                   | 4         | 4         |          | 10         |
| <b>7-16</b> | <b>2.</b> | <b>Магнетизм</b>                                              | <b>20</b>           | <b>20</b> | <b>20</b> |          | <b>68</b>  |
| 7           | 2.1       | Поле постоянного тока в вакууме.                              | 2                   | 2         | 2         |          | 8          |
| 8           | 2.2       | Магнитное поле в веществе.                                    | 2                   | 2         | 2         |          | 8          |
| 9           | 2.3       | Переменное электромагнитное поле.                             | 2                   | 2         | 2         |          | 8          |
| 10          | 2.4       | Электрические колебания.                                      | 2                   | 2         | 2         |          | 8          |
| 11          | 2.5       | Переменный ток.                                               | 2                   | 2         | 2         |          | 8          |
| 12          | 2.6       | Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. | 2                   | 2         | 2         |          | 8          |
| 13-14       | 2.7       | Электрический ток в металлах и полупроводниках.               | 4                   | 4         | 4         |          | 10         |
| 15-16       | 2.8       | Электрический ток в газах.                                    | 4                   | 4         | 4         |          | 10         |
|             |           | <b>ИТОГО за 3 семестр</b>                                     | <b>32</b>           | <b>32</b> | <b>32</b> | <b>-</b> | <b>102</b> |

Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная контактная работа, СРО – самостоятельная работа обучающихся, ПП – практическая подготовка.

## 6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

### Лекционный курс

| Неделя | №   | Наименование раздела / темы дисциплины  | Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------|-----|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1-6    | 1.  | Электричество                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 1      | 1.1 | Поле неподвижных зарядов в вакууме.     | <p>Электрический заряд. Свойства электрических зарядов. Закон сохранения заряда. Точечный заряд. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Сила, действующая на заряд в электрическом поле. Принцип суперпозиции полей.</p> <p>Поток вектора напряженности. Теорема Гаусса для вектора напряженности. Объемная, поверхностная и линейная плотности зарядов. Поле заряженных цилиндрических и сферических поверхностей, поле одной и двух плоскостей. Поле заряженного шара. Дивергенция вектора напряженности. Теорема Гаусса для вектора напряженности в дифференциальной форме.</p> <p>Потенциальное поле сил. Циркуляция вектора напряженности электрического поля. Теорема циркуляции вектора напряженности. Ротор вектора напряженности. Дифференциальная формулировка потенциального поля. Потенциал. Связь между потенциалом и вектором напряженности. Эквипотенциальные поверхности.</p> <p>Электрический диполь. Электрический момент диполя. Потенциал и поле диполя. Момент сил, действующих на диполь, и энергия диполя во внешнем электрическом поле. Сила, действующая на диполь в неоднородном поле.</p> |
| 2      | 1.2 | Поле неподвижных зарядов в диэлектрике. | <p>Диэлектрики. Сторонние и связанные заряды. Полярные и неполярные молекулы. Электрическая, ориентационная и ионная поляризации диэлектриков. Поляризованность. Поляризуемость молекул. Поле в диэлектрике. Макро- и микроскопическое поле. Диэлектрическая восприимчивость. Вектор электрического смещения. Теорема Гаусса для вектора электрического смещения. Диэлектрическая проницаемость. Связь между поляризованностью и поверхностной плотностью связанных зарядов. Теорема Гаусса для вектора поляризованности в интегральной и дифференциальной формах. Условия возникновения объемных связанных зарядов в диэлектрике. Условия на границе раздела двух диэлектриков и на границе раздела проводник-диэлектрик.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 3-4    | 1.3 | Проводники в электрическом поле.        | <p>Условия равновесия зарядов в проводнике. Поле вблизи поверхности и внутри проводника. Метод изображений. Сила и плотность тока. Напряжение. Закон Ома. Сопротивление проводников. Закон Ома в дифференциальной форме. Емкость. Электроемкость. Емкость</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|             |           |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------|-----------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             |           |                                   | уединенного проводника. Конденсаторы. Емкость конденсатора. Формулы емкости плоского, сферического и цилиндрического конденсаторов. Параллельное и последовательное соединение конденсаторов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 5-6         | 1.4       | Энергия электрического поля.      | Потенциальная энергия заряда в электрическом поле. Энергия системы зарядов. Собственная энергия и энергия взаимодействия. Энергия электрического поля. Плотность энергии электрического поля.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>7-16</b> | <b>2.</b> | <b>Магнетизм</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 7           | 2.1       | Поле постоянного тока в вакууме.  | Взаимодействие токов. Магнитное поле. Свойства магнитного поля. Магнитная индукция. Сила Лоренца. Принцип суперпозиции магнитных полей. Закон Био-Савара. Теорема Гаусса для вектора магнитной индукции. Дивергенция вектора магнитной индукции. Поле прямого тока. Поле в центре и на оси кругового тока. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции. Поле соленоида и тороида. Закон Ампера. Контур с током в однородном и неоднородном магнитном поле: вращательный момент, энергия, сила, действующая на контур в неоднородном магнитном поле. Работа при перемещении контура с током в магнитном поле.                                                                                                                                                                                                                                         |
| 8           | 2.2       | Магнитное поле в веществе.        | Магнетики. Токи проводимости и токи намагничения (молекулярные токи). Намагниченность. Поле в магнетиках. Теорема о циркуляции вектора намагниченности. Напряженность магнитного поля. Теорема о циркуляции вектора напряженности. Магнитная восприимчивость. Магнитная проницаемость. Условия возникновения объемных токов намагничения. Условия на границе раздела двух магнетиков. Магнитные свойства вещества. Магнитомеханические явления. Гиромангнитное отношение. Опыт Эйнштейна и де-Хааса. Опыт Барнтта. Магнитные моменты атомов и молекул. Опыт Штерна и Герлаха. Диа-, пара- и ферромагнетики. Природа диамагнетизма и парамагнетизма. Ферромагнетизм. Основная кривая намагничения. Магнитное насыщение. Гистерезис. Остаточное намагничение. Коэрцитивная сила. Магнитострикция. Природа ферромагнетизма. Точка Кюри. Антиферромагнетизм. |
| 9           | 2.3       | Переменное электромагнитное поле. | Явление электромагнитной индукции. Опыт Фарадея. Правило Ленца. ЭДС индукции. Потокосцепление (полный магнитный поток). Явление самоиндукции. Индуктивность. Индуктивность соленоида. ЭДС самоиндукции. Взаимная индукция. Взаимная индуктивность. Теорема взаимности. Энергия магнитного поля. Взаимная энергия токов. Плотность энергии магнитного поля. Работа перемагничивания ферромагнетика. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Полный ток. Уравнение Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Электромагнитные волны. Волновое уравнение.                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|       |     |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------|-----|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |     |                                                               | Уравнение плоской электромагнитной волны. Вектор Умова-Пойнтинга. Импульс и масса электромагнитного поля.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 10    | 2.4 | Электрические колебания.                                      | Свободные колебания в контуре без активного сопротивления. Свободные затухающие колебания. Логарифмический декремент затухания. Добротность контура. Вынужденные электрические колебания. Резонансные кривые для напряжения и силы тока.                                                                                                                                                                                                                                     |
| 11    | 2.5 | Переменный ток.                                               | Квазистационарные токи. Переменный ток, текущий через индуктивность. Индуктивное сопротивление. Переменный ток, текущий через емкость. Емкостное сопротивление. Цепь переменного тока, содержащая емкость, индуктивность и активное сопротивление. Мощность, выделяемая в цепи переменного тока. Действующие значения напряжения и силы тока.                                                                                                                                |
| 12    | 2.6 | Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. | Отклонение заряженных частиц электрическим полем. Отклонение заряженных частиц магнитным полем. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле. Удельный заряд. Определение удельного заряда электрона. Опыт Томсона. Опыт Буша. Определение заряда электрона. Опыт Милликена. Элементарный заряд. Определение зарядов ионов. Метод парабол Томсона. Масс-спектрограф Астона. Ускорители заряженных частиц. Генератор Ван-де-Граафа. Бетатрон. Циклотрон. Фазотрон. |
| 13-14 | 2.7 | Электрический ток в металлах и полупроводниках.               | Носители заряда в металлах. Модель свободных электронов. Понятие о классической электронной теории металлов. Расхождение между выводами классической электронной теории и опытными фактами.                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 15-16 | 2.8 | Электрический ток в газах.                                    | Несамостоятельный и самостоятельный газовый разряды. Ионизация и рекомбинация. Несамостоятельный разряд. Ток насыщения. Тлеющий разряд. Дуговой разряд. Искровой и коронный разряды.                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

#### Практические/семинарские занятия

| Неделя | №    | Наименование раздела /темы дисциплины  | Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------|------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1-8    | 1.   | <b>Электричество</b>                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 1,2    | 1.1. | Поле неподвижных зарядов в вакууме     | Электрический заряд. Свойства электрических зарядов. Закон сохранения заряда. Точечный заряд. Закон Кулона.                                                                                                                                                                                                                                        |
| 3,4    | 1.2. | Поле неподвижных зарядов в диэлектрике | Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Сила, действующая на заряд в электрическом поле. Принцип суперпозиции полей.                                                                                                                                                                                                                |
| 5,6    | 1.3. | Проводники в электрическом поле        | Поток вектора напряженности. Теорема Гаусса для вектора напряженности. Объемная, поверхностная и линейная плотности зарядов. Поле заряженных цилиндрических и сферических поверхностей, поле одной и двух плоскостей. Поле заряженного шара. Дивергенция вектора напряженности. Теорема Гаусса для вектора напряженности в дифференциальной форме. |

|       |      |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------|------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7,8   | 1.4. | Энергия электрического поля      | Потенциальное поле сил. Циркуляция вектора напряженности электрического поля. Теорема циркуляции вектора напряженности. Ротор вектора напряженности. Дифференциальная формулировка потенциального поля. Потенциал. Связь между потенциалом и вектором напряженности. Эквипотенциальные поверхности.                                                                                                                                                                      |
| 9-16  | 2.   | <b>Магнетизм</b>                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 9,10  | 2.1. | Поле постоянного тока в вакууме  | Взаимодействие токов. Магнитное поле. Свойства магнитного поля. Магнитная индукция. Сила Лоренца. Принцип суперпозиции магнитных полей.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 11,12 | 2.2. | Магнитное поле в веществе        | Закон Био-Савара. Теорема Гаусса для вектора магнитной индукции. Дивергенция вектора магнитной индукции. Поле прямого тока. Поле в центре и на оси кругового тока. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции. Поле соленоида и тороида. Закон Ампера. Контур с током в однородном и неоднородном магнитном поле: вращательный момент, энергия, сила, действующая на контур в неоднородном магнитном поле. Работа при перемещении контура с током в магнитном поле. |
| 13,14 | 2.3. | Переменное электромагнитное поле | Магнетики. Токи проводимости и токи намагничения (молекулярные токи). Намагниченность. Поле в магнетиках. Теорема о циркуляции вектора намагниченности. Напряженность магнитного поля. Теорема о циркуляции вектора напряженности. Магнитная восприимчивость. Магнитная проницаемость. Условия возникновения объемных токов намагничения. Условия на границе раздела двух магнетиков.                                                                                    |
| 15,16 | 2.4. | Электрические колебания          | Явление электромагнитной индукции. Опыт Фарадея. Правило Ленца. ЭДС индукции. Потокосцепление (полный магнитный поток).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

#### Лабораторные занятия

| Неделя | №    | Наименование раздела /темы дисциплины  | Содержание                                                                               |
|--------|------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1-4    | 1.   | <b>Электричество</b>                   |                                                                                          |
| 1      | 1.1. | Поле неподвижных зарядов в вакууме     | Лабораторная работа №1. Подтверждение закона Кулона                                      |
| 2      | 1.2. | Поле неподвижных зарядов в диэлектрике | Лабораторная работа №4. Изучение плоского конденсатора.                                  |
| 3      | 1.3. | Проводники в электрическом поле        | Лабораторная работа №2. Изучение взаимодействия точечного заряда с проводящей плоскостью |
| 4      | 1.4. | Энергия электрического поля            | Лабораторная работа №9. Измерение удельного заряда электрона.                            |
| 5-16   | 2.   | <b>Магнетизм</b>                       |                                                                                          |
| 5,6    | 2.1. | Поле постоянного тока в вакууме        | Лабораторная работа №12. Диэлектрический гистерезис сегнетоэлектриков.                   |
| 7      | 2.2. | Магнитное поле в веществе              | Лабораторная работа №5. Измерение индукции магнитного поля.                              |

|       |      |                                                              |                                                                                                      |
|-------|------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8,9   | 2.3. | Переменное электромагнитное поле                             | Лабораторная работа №10. Исследование характеристик ферромагнетика в переменном магнитном поле.      |
| 10,11 | 2.4. | Электрические колебания                                      | Лабораторная работа №11. Изучение вынужденных колебаний и явление резонанса в колебательном контуре. |
| 12    | 2.5. | Переменный ток                                               | Лабораторная работа №13. Изучение электрических процессов в простых линейных цепях.                  |
| 13,14 | 2.6. | Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях | Лабораторная работа №7. Изучение явления электромагнитной индукции                                   |
| 15    | 2.7. | Электрический ток в металлах и полупроводниках               | Лабораторная работа №14. Измерение индукции магнитного поля соленоида на его оси.                    |
| 16    | 2.8. | Электрический ток в газах                                    | Лабораторная работа №15. Определение удельного заряда электрона методом магнетрона.                  |

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Гурбич А.Ф. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Общая физика». – Обнинск: ИАТЭ, 1999.
2. Здоровцева Г.Г., Маркин А.П., Мастеров В.С. Лабораторный практикум по курсу «Общая физика», раздел «Электричество». – Обнинск: ИАТЭ, 2005.
3. Гурбич А.Ф. Лабораторный практикум по курсу «Общая физика», раздел «Электричество и магнетизм». – М.: НИЯУ МИФИ, 2014.

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 8.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

| № п/п                                      | Контролируемые разделы (темы) дисциплины | Индикатор достижения компетенции                                                 | Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации |
|--------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| <b>Текущая аттестация, 3 семестр</b>       |                                          |                                                                                  |                                                                     |
| 1.                                         | 1.1-1.4                                  | 3-УК-3, У-УК-3, В-УК-3<br>3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1<br>3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1 | Коллоквиум                                                          |
| 2.                                         | 2.1-2.8                                  | 3-УК-3, У-УК-3, В-УК-3<br>3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1<br>3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1 | Контрольная работа                                                  |
| <b>Промежуточная аттестация, 3 семестр</b> |                                          |                                                                                  |                                                                     |
|                                            | Экзамен                                  | 3-УК-3, У-УК-3, В-УК-3<br>3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1<br>3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1 | Экзаменационный билет                                               |

### 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Оценочные средства приведены в Приложении «Фонд оценочных средств».

### **8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:

- контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
- контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.

Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

| Этап рейтинговой системы /<br>Оценочное средство | Неделя       | Балл      |            |
|--------------------------------------------------|--------------|-----------|------------|
|                                                  |              | Минимум*  | Максимум   |
| <b>Текущая аттестация</b>                        | <b>1-16</b>  | <b>36</b> | <b>60</b>  |
| <b>Контрольная точка № 1</b>                     | <b>7-8</b>   | <b>18</b> | <b>30</b>  |
| <i>Коллоквиум</i>                                | 8            | 18        | 30         |
| <b>Контрольная точка № 2</b>                     | <b>15-16</b> | <b>18</b> | <b>30</b>  |
| <i>Контрольная работа</i>                        | 15           | 18        | 30         |
| <b>Промежуточная аттестация</b>                  | <b>-</b>     | <b>24</b> | <b>40</b>  |
| <i>Экзамен</i>                                   | -            |           |            |
| <i>Экзаменационный билет</i>                     |              | 24        | 40         |
| <b>ИТОГО по дисциплине</b>                       |              | <b>60</b> | <b>100</b> |

\* Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

Студент считается аттестованным по разделу или зачету, если он набрал не менее 60% от максимального балла, предусмотренного рабочей программой.

Студент может быть аттестован по дисциплине, если он аттестован по каждому разделу, зачету

и его суммарный балл составляет не менее 60.

#### 8.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

| <b>Сумма баллов</b> | <b>Оценка по 4-х балльной шкале</b>     | <b>Оценка ECTS</b> | <b>Требования к уровню освоения учебной дисциплины</b>                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------|-----------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>90-100</b>       | 5- «отлично»/ «зачтено»                 | A                  | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно связывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы                                     |
| <b>85-89</b>        | 4 - «хорошо»/ «зачтено»                 | B                  | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос                                                                                                                                         |
| <b>75-84</b>        |                                         | C                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>70--74</b>       |                                         | D                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>65-69</b>        | 3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»      | D                  | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала                                        |
| <b>60-64</b>        |                                         | E                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>0-59</b>         | 2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено» | F                  | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине |

#### 9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

##### а) основная учебная литература:

1. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – М.: "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2010-2014. (69 экз., ЭБС Лань, <http://e.lanbook.com/>).

2. Иродов И.Е. Электромагнетизм. Основные законы. – М.: "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2012-2013. (50 экз., ЭБС Лань, <http://e.lanbook.com/>).
3. Савельев И.В. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. – М.: Лань, 2011. (9 экз., ЭБС Лань, <http://e.lanbook.com/>).
4. Савельев И.В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 2. Электричество и магнетизм. – М.: Лань, 2011. (ЭБС Лань, <http://e.lanbook.com/>).

**б) дополнительная учебная литература:**

5. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Том 3. Электричество. – М.: Физматлит, 2009. (ЭБС Лань, <http://e.lanbook.com/>).
6. Савельев И.В. Курс общей физики. Книга 3. – М.: АСТ, 2003 (200 экз.).

**10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Электронно-библиотечная система [ibooks.ru](http://ibooks.ru/) [Электронный ресурс] – URL: <http://ibooks.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс] – URL: <http://e.lanbook.com/http://ibooks.ru/>.
3. Образовательная платформа «Юрайт» [Электронный ресурс] – URL: <http://www.biblio-online.ru/http://ibooks.ru/>.
5. Электронная библиотечная система «Купер бук» [Электронный ресурс] – URL: <http://kuperbook.biblioclub.ru> <http://ibooks.ru/>.
6. Электронная библиотечная система «Консультант студента» [Электронный ресурс] – URL: <http://www.studentlibrary.ru> <http://ibooks.ru/>.
7. Центр информационно-библиотечного обеспечения учебно-научной деятельности НИЯУ МИФИ [Электронный ресурс] – URL: <http://library.mephi.ru>. <http://ibooks.ru/>.

**11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

| Вид учебных занятий         | Организация деятельности студента                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Лекция</b>               | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. |
| <b>Практические занятия</b> | Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|                              |                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Контрольная работа</b>    | Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. |
| <b>Коллоквиум</b>            | Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам.                                                                                                                                                         |
| <b>Подготовка к экзамену</b> | При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу.                                                                                                                   |

## **12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)**

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешанном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

1. Создание и управление классами;
2. Создание курсов;
3. Организация записи учащихся на курс;
4. Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся;
5. Публикация заданий для учеников;
6. Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения;
7. Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видеосвязь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

### **12.1. Перечень информационных технологий**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- проведение лекций и практических занятий с использованием слайд-презентаций;
- использование компьютерного тестирования;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и ЭИОС.

### **12.2. Перечень программного обеспечения**

- Редактор презентаций Microsoft PowerPoint;
- Браузеры: Google Chrome, Internet Explorer, Yandex, Mozilla Firefox, Opera;
- Локальная компьютерная сеть и глобальная сеть Интернет.

### **12.3. Перечень информационных справочных систем**

Доступ к электронным библиотечным ресурсам и электронной библиотечной системе (ЭБС) осуществляется посредством специальных разделов на официальном сайте ИАТЭ НИЯУ МИФИ. Обеспечен доступ к электронным каталогам библиотеки ИАТЭ НИЯУ МИФИ, а также электронным образовательным ресурсам (ЭИОС), сформированным на основании прямых договоров с правообладателями учебной и учебно-методической литературы, методических пособий:

1. Информационные ресурсы Сети Консультант Плюс, [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) (информация нормативно-правового характера на основе современных компьютерных и телекоммуникационных технологий);
2. Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ, [http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&Z21ID=&P21DBN=BOOK](http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&Z21ID=&P21DBN=BOOK);
3. ЭБС «Издательства Лань», <https://e.lanbook.com/>;
4. Электронно-библиотечная система BOOK.ru, [www.book.ru](http://www.book.ru);
5. Базы данных «Электронно-библиотечная система elibrary» (ЭБС elibrary);
6. Базовая версия ЭБС IPRbooks, [www.iprbooks.ru](http://www.iprbooks.ru);
7. Базы данных «Электронная библиотека технического ВУЗа» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru);
8. Электронно-библиотечная система «Айбукс.py/ibooks.ru»,
9. <http://ibooks.ru/home.php?routine=bookshelf>
10. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ», <http://urait.ru/>.

### **13. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Аудиторный фонд института;
2. Учебная лаборатория «Электричество и магнетизм»;
3. Библиотечный фонд института.

### **14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ**

#### ***14.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине***

На лекциях и семинарах постоянно используются следующие интерактивные методы обучения: диспут, групповая дискуссия, дебаты, мозговой штурм, проблемная и интерактивная лекции.

#### ***14.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)***

##### ***Третий семестр***

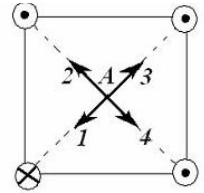
1. Магнитное поле создано двумя параллельными длинными проводниками с токами  $I_1$  и  $I_2$ , расположенными перпендикулярно плоскости чертежа. Если  $I_1 = 2I_2$ , то вектор  $\vec{B}$  индукции результирующего поля в точке  $A$  направлен



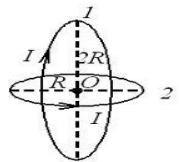
2. На рисунке изображены сечения двух параллельных прямолинейных длинных проводников с противоположно направленными токами, причем  $I_1 = 2I_2$ . Индукция результирующего магнитного поля равна нулю в точке интервала



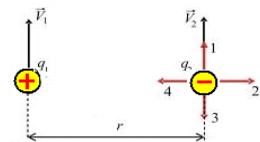
3. На рисунке изображены сечения четырех параллельных прямолинейных длинных проводников, расположенных в вершинах квадрата. Для всех приведенных случаев указать направление вектора магнитной индукции  $\mathbf{B}$  результирующего магнитного поля в точке  $A$ , расположенной в центре квадрата.



4. Два круговых витка расположены во взаимно перпендикулярных плоскостях так, что их центры совпадают. Индукция магнитного поля, создаваемого малым витком в точке  $O$  равна  $0.2$  Тл. Найти индукцию результирующего магнитного поля в этой точке.



5. Два заряда  $q_1$  и  $q_2$  движутся параллельно друг другу на расстоянии  $r$  друг от друга. Указать направление магнитной составляющей силы, действующей на второй заряд со стороны первого заряда.



6. Две одинаковые радиомачты, удаленные друг от друга на расстояние  $d = 400$  м, работают синфазно на частоте  $\nu = 1.5$  МГц. В каких направлениях будут наблюдаться максимумы излучения?

7. Сила тока в проводящем круговом контуре с индуктивностью  $0.1$  Гн зависит от времени по закону  $I = 2 + 0.3t$  А. Найти абсолютную величину ЭДС самоиндукции.

8. Чему равна напряженность электрического поля  $E$ , сообщаемого электрону ускорение  $a = 9.8$  м/с<sup>2</sup>.

9. Заряженная частица, влетевшая в постоянное однородное магнитное поле перпендикулярно силовым линиям, движется в нем по установившейся траектории. В некоторый момент индукция поля начинает увеличиваться. В результате модуль скорости частицы

10. Оценить отношение электрической и магнитной сил  $F_e/F_m$ , действующих на заряд в поле волны. Скорость заряда  $v \ll c$ .

11. Частица, имеющая заряд  $q$  и массу  $m$ , движется в однородном магнитном поле индукции  $B$ . Скорость частицы  $v$  перпендикулярна  $B$ . Найти радиус окружности  $R$ , по которой движется частица в релятивистском случае.

### 12.3. Краткий терминологический словарь

**Вектором Умова-Пойнтинга** называется вектор  $P$  плотности потока электромагнитной энергии, переносимой электромагнитной волной. Модуль этого вектора равен энергии, переносимой волной в одну секунду через площадку  $1 \text{ м}^2$ , расположенную перпендикулярно направлению распространения волны. Направлен вектор  $P$  в сторону распространения волны.

**Вихревые электрические токи** - индукционные токи, возникающие в сплошных проводниках, находящихся в переменном магнитном поле. Иногда с ними борются для уменьшения потерь (например, сердечники трансформаторов набирают из отдельных пластин), а иногда используют в металлургии и машиностроении (индукционные печи для плавки металлов, закалки стали, сварки и пр.).

**Гальванический элемент** - источник электрического тока, который при разряде выделяет электрическую энергию за счет протекания электрохимических реакций. Принцип действия гальванического элемента основан на явлении взаимодействия металла с электролитом, приводящем к возникновению в замкнутой цепи электрического тока. ЭДС гальванического элемента зависит от материала электродов и состава электролита.

**Диамагнетизм** называется свойство веществ (диамагнетиков) намагничиваться навстречу силовым линиям действующего на него внешнего магнитного поля. С точки зрения электронной теории диамагнетизм объясняется законом электромагнитной индукции и правилом Ленца. Диамагнетики – слабомагнитные вещества. Диамагнетизм – универсальное свойство всех веществ, однако в ряде случаев оно перекрывается более сильным пара- и ферромагнетизмом.

**Диэлектрик** - вещество, обладающее низкой удельной электрической проводимостью. Идеальный диэлектрик вообще не проводит ток, его проводимость равна нулю. К диэлектрикам относятся пьезоэлектрики, сегнетоэлектрики, электреты и др.

**Поляризация  $P$**  (электрический дипольный момент единицы объема) прямо пропорциональна напряженности электрического поля  $E$ :  $P = \kappa \epsilon_0 E$ . Коэффициент пропорциональности  $\kappa$  и есть диэлектрическая восприимчивость. Здесь  $\epsilon_0$  – электрическая постоянная.

**Диэлектрическая проницаемость  $\epsilon$**  показывает, во сколько раз напряженность электростатического поле в диэлектрике меньше, чем в вакууме. Для характеристики поля в диэлектрике вводят вспомогательную величину – электрическое смещение:  $D = \epsilon_0 \epsilon E$ .

**Доменами** называют области спонтанной (самопроизвольной) намагниченности в ферромагнетике. Размеры доменов порядка  $1 \text{ мкм}$ . См. также Ферромагнетизм.

**Дугой** называется разряд в газе, происходящий при атмосферном давлении и сопровождающийся очень высокой температурой. При этом напряжение на электродах составляет  $30\text{-}40 \text{ В}$ , а ток – десятки или сотни ампер. Одно из важнейших применений дуги – дуговая сварка и резка металлов.

**Закон Ампера** устанавливает связь силы, действующей на проводник с током в магнитном поле, с силой тока и индукцией магнитного поля:  $dF = IBdl \sin \alpha$ , где  $I$  – сила тока,  $B$  – индукция магнитного поля,  $dl$  – длина элементарного участка проводника. Направление вектора  $dF$  определяется с помощью правила левой руки.

**Закон Био-Савара-Лапласа** позволяет рассчитать напряженность магнитного поля тока любой конфигурации путем интегрирования выражения:  $dH = I [dl, r]/4\pi r^3$ , где  $dH$  – напряженность магнитного поля, создаваемого элементом тока  $dl$ ,  $r$  – радиус-вектор, проведенный от элемента тока в точку, в которой рассчитывается напряженность поля.

**Закон Кулона** - основной закон электростатики, выражающий зависимость силы взаимодействия двух неподвижных точечных зарядов от расстояния между ними. Два неподвижных точечных заряда взаимодействуют с силой прямо пропорциональной произведению величин этих зарядов и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними и зависящей от диэлектрической проницаемости среды, в которой находятся заряды (Кулон, 1785). Закон Кулона подтверждается опытом вплоть до расстояний порядка  $10^{-15}$  м (размеры ядра атома).

**Закон Джоуля-Ленца** позволяет найти количество теплоты, выделяющееся в проводнике при протекании электрического тока: количество теплоты прямо пропорционально квадрату силы тока, сопротивлению проводника и времени протекания тока.

**Закон Ома для участка цепи** связывает силу тока с разностью потенциалов на концах проводника и сопротивлением проводника:  $I = (\varphi_1 - \varphi_2)/R$ . Закон Ома для замкнутой (полной) цепи связывает электродвижущую силу источника с полным сопротивлением цепи:  $I = E/(R_{\text{н}} + R_0)$ . Здесь  $R_{\text{н}}$  и  $R_0$  – соответственно сопротивление нагрузки и внутреннее сопротивление источника.

Закон, связывающий циркуляцию вектора напряженности магнитного поля с током, охватываемым контуром интегрирования. В обобщенном виде закон полного тока входит в систему уравнений Максвелла.

**Закон сохранения электрического заряда** - физический закон, в соответствии с которым в замкнутой системе взаимодействующих тел алгебраическая сумма электрических зарядов (полный электрический заряд) остается неизменной при всех взаимодействиях.

**Закон электромагнитной индукции** - ЭДС индукции в замкнутом контуре прямо пропорциональна скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром. Электронный механизм закона электромагнитной индукции состоит в том, что переменное магнитное поле порождает (индуцирует) вихревое электрическое поле с замкнутыми силовыми линиями. Открыт Фарадеем (1831). В обобщенном виде закон входит в систему уравнений Максвелла.

**Зонная теория твердого тела** – квантовая теория энергетического спектра электронов в кристалле. Согласно зонной теории, этот спектр состоит из чередующихся зон (полос) разрешенных и запрещенных энергий. Зонная теория хорошо объясняет ряд явлений, в частности разный механизм электропроводности металлов, диэлектриков и полупроводников.

**Индуктивность** - физическая величина, характеризующая связь между скоростью изменения тока в проводнике (катушке) и возникающей при этом ЭДС самоиндукции. Индуктивность проводника (катушки) зависит от его размеров и формы, числа витков, а также от материала магнитопровода. Единицей индуктивности в СИ является 1 Генри.

**Индукционный ток** - электрический ток, возникающий в замкнутом проводящем контуре при изменении потока магнитной индукции, пронизывающего этот контур. Величина и направление индукционного тока определяются законом электромагнитной индукции и законом Ома.

**Индукция магнитного поля  $\mathbf{B}$**  – векторная величина, измеряемая отношением максимального вращающего момента, действующего на небольшой контур с током в магнитном поле к магнитному моменту этого контура. Направление вектора  $\mathbf{B}$  совпадает с направлением нормали к контуру в состоянии равновесия.

**Источник тока** - источник электрической энергии, в котором действуют сторонние силы, разделяющие электрические заряды. Источник тока характеризуется электродвижущей силой и внутренним сопротивлением. Источниками тока являются гальванические элементы, аккумуляторы, машины постоянного тока и др.

**Классическая электродинамика** - раздел электродинамики, рассматривающий изменяющееся или стационарное электромагнитное поле в неподвижной системе отсчета. Основу классической электродинамики составляют уравнения Максвелла.

**Квантовая электродинамика** - квантовая теория электромагнитного поля. Изучает взаимодействие поля с заряженными частицами.

**Колебательным контуром** называется цепь, состоящая из параллельно включенных катушки индуктивности и конденсатора. При разряде конденсатора на катушку в контуре возникают электромагнитные колебания, частота которых зависит от емкости и индуктивности контура.

**Конденсатор** - элемент электрической цепи, предназначенный для использования его в различных электро- и радиотехнических схемах. Конденсатор состоит из двух или проводников (обкладок), разделенных слоем диэлектрика. Толщина диэлектрика обычно мала по сравнению с размерами проводников. В зависимости от формы обкладок конденсаторы бывают плоские, цилиндрические, сферические и др. По типу диэлектрика различают воздушные, бумажные, слюдяные, керамические и др. конденсаторы.

**Контактной разностью потенциалов** называется разность потенциалов, возникающая при контакте двух разнородных металлов. Открыл явление итальянский ученый Вольта (1797).

**Коэффициентом электропроводности** называется величина обратная удельному сопротивлению.

**Магнитной восприимчивостью** называется коэффициент пропорциональности  $\chi$  в выражении:  $J = \chi H$ , где  $J$  – намагниченность,  $H$  – напряженность магнитного поля. Для диамагнетиков  $\chi < 0$ , для парамагнетиков  $\chi > 0$ . Для ферромагнетиков  $\chi \gg 0$ . См. также Магнитная проницаемость.

**Магнитной постоянной** называется размерный множитель  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Гн/м, входящий в некоторые формулы электромагнетизма (например, в формулу  $B = \mu_0 \mu H$ ), записанные в системе единиц СИ.

**Магнитной проницаемостью  $\mu$**  называется величина, показывающая, во сколько раз индукция магнитного поля в магнетике больше индукции в вакууме. Можно показать, что  $\mu = 1 + \chi$ , где  $\chi$  – магнитная восприимчивость.

**Магнитное поле** – одна из сторон единого электромагнитного поля. Магнитное поле создается движущимися зарядами (током проводимости) и переменным электрическим полем (током смещения). Действует магнитное поле только на движущиеся заряды.

**Магнитным моментом** называется векторная величина, модуль которой равен произведению силы электрического тока в контуре на площадь, обтекаемую этим током. Направление магнитного момента связано с направлением тока правилом буравчика.

**Магнитный поток (или поток вектора  $B$ )** – это поток  $\Phi_B$  вектора магнитной индукции через какую-либо поверхность. В случае однородного магнитного поля и плоской поверхности  $\Phi_B = BS \cos \alpha$ , где  $B$  – индукция магнитного поля,  $S$  – площадь поверхности,  $\alpha$  – угол между вектором  $B$  и нормалью к поверхности.

**К металлам** относятся вещества, имеющие свободные электроны, т. е. валентные электроны, оторвавшиеся от своих атомов и принадлежащие всему коллективу атомов металла (коллективизированные электроны). С точки зрения зонной теории твердого тела признаком металла является наличие не полностью заполненной зоны, которая носит название зоны проводимости.

**Намагниченностью** называется магнитный момент единицы объема магнетика.

**Напряжение** – то же самое, что и разность потенциалов.

**Напряженностью магнитного поля** называется вспомогательная величина, характеризующая магнитное поле макротоков.

**Напряженность электрического поля** – силовая характеристика поля, измеряется отношением силы, действующей на положительный пробный заряд, к значению этого заряда.

**Эйхенвальд** обнаружил магнитное поле тока смещения: магнитная стрелка, находящаяся вблизи плоского заряженного конденсатора, отклонялась от своего первоначального

направления при разряде конденсатора. Ср.: Опыт Эрстеда.

**Эрстед** обнаружил магнитное поле тока проводимости: магнитная стрелка, расположенная вблизи проводника с током, при включении тока отклонялась от направления магнитного меридиана.

**Парамагнетизмом** называется свойство веществ (парамагнетиков) намагничиваться в направлении силовых линий внешнего магнитного поля. Атомы парамагнетиков имеют отличный от нуля магнитный момент и ведут себя в магнитном поле подобно микроскопическим магнитным стрелкам.

**р-п-переходом** называется область вблизи контакта двух полупроводников с разным типом проводимости. Вследствие рекомбинации дырок и электронов вблизи контакта образуется область, обедненная носителями тока и называемая запирающим слоем. Поскольку р-п-переход обладает односторонней проводимостью, то он используется для выпрямления переменного тока низкой частоты и детектирования радиосигналов.

**Поляризацией диэлектрика** называется процесс смещения связанных зарядов диэлектрика в электрическом поле. В результате поляризации грани диэлектрической пластины, помещенной в электрическое поле, оказываются заряженными зарядами противоположного знака.

**Полярными** называются молекулы, у которых «центры тяжести» положительного и отрицательного зарядов не совпадают. Такая молекула по своим свойствам подобна электрическому диполю и характеризуется электрическим дипольным моментом. Примеры полярных молекул:  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HCl}$  и др.

**Потенциал электростатического поля** - энергетическая характеристика поля. Определяется как величина, измеряемая работой сил поля по переносу единичного положительного заряда из данной точки в другую, фиксированную точку. В качестве фиксированной часто берут бесконечно удаленную точку. Другими словами, потенциал электростатического поля равен потенциальной энергии единичного положительного заряда, помещенного в эту точку. Единица потенциала в СИ 1 Вольт.

**Правило Ленца** - правило, определяющее направление индукционных токов, возникающих при электромагнитной индукции. Согласно правилу Ленца, индукционный ток всегда имеет такое направление, что его собственный магнитный поток компенсирует изменения внешнего магнитного потока, вызвавшего этот ток. Правило Ленца есть следствие закона сохранения энергии. Э.Х.Ленц (1804-1865) - русский физик.

**Полупроводниками** называется класс веществ, занимающих по своей способности проводить электрический ток промежуточное положение между металлами и диэлектриками. С точки зрения зонной теории твердого тела вещество относится к полупроводникам, если ширина запрещенной зоны, отделяющей валентную зону от зоны проводимости, меньше 2 эВ.

**Поляризуемостью** молекулы называется величина, характеризующая «смещаемость» электронной оболочки под действием электрического поля. Электрический дипольный момент  $p$ , индуцируемый полем, пропорционален напряженности поля  $E$ :  $p = \alpha \epsilon_0 E$ . Коэффициент пропорциональности  $\alpha$  и есть поляризуемость.

**Постоянным** называется электрический ток, не меняющийся с течением времени. В случае постоянного тока при определении силы тока  $I = \Delta q / \Delta t$  можно брать любой промежуток времени  $\Delta t$ .

**Поток  $\Phi_E$  вектора напряженности электрического поля** через какую-либо поверхность. В случае однородного поля и плоской поверхности  $\Phi_E = ES \cos \alpha$ , где  $E$  - напряженность электростатического поля,  $S$  - площадь поверхности,  $\alpha$  - угол между вектором  $E$  и нормалью к поверхности. Ср. Магнитный поток.

**Правила Кирхгофа** применяются для расчета сложных (разветвленных) цепей постоянного тока. Метод комплексных токов позволяет распространить эти правила для расчета цепей переменного тока.

**Проводниками** называются вещества, содержащие в достаточной концентрации свободные заряды. К проводникам относятся металлы, ионизированные газы, водные растворы электролитов и расплавы солей. В электрическом поле свободные заряды перераспределяются так, что напряженность электрического поля внутри проводника оказывается равна нулю, а потенциал проводника всюду одинаков.

**Релятивистская электродинамика** - раздел электродинамики, изучающий электромагнитные явления в движущихся средах, опираясь на инвариантность заряда в различных системах отсчета и инвариантность основных законов относительно преобразований Лоренца.

**Самоиндукция** - явление возникновения электродвижущей силы в проводнике (катушке) при изменении протекающего в ней электрического тока. Величина и знак ЭДС самоиндукции определяются законом электромагнитной индукции.

**Явление сверхпроводимости** открыл голландский физик Камерлинг-Оннес (1911): сопротивление ртути при температуре, близкой к абсолютному нулю, скачком уменьшалось до нуля. В дальнейшем сверхпроводимость была обнаружена и у других металлов и сплавов (свинец, олово, железо и др.). Сверхпроводимость, как и электрическое сопротивление, объясняется взаимодействием коллективизированных электронов металла с кристаллической решеткой. В 1986 году обнаружена высокотемпературная сверхпроводимость, теория которой находится в стадии разработки.

**Силой Лоренца** называется сила, действующая на заряд в электрическом и магнитном поле (электрическая и магнитная сила Лоренца):  $F = q\{E + [v, B]\}$ . Первое слагаемое в последнем выражении называется электрической, а второе – магнитной силой Лоренца.

**Силой тока** называется величина, измеряемая зарядом, протекающим через поперечное сечение проводника в одну секунду. Единица силы тока в СИ: 1 Ампер – четвертая основная единица этой системы (наряду с метром, килограммом и секундой).

**Соленоидом** называется катушка цилиндрической формы.

**Стационарным** называется электрическое поле, существующее в проводнике с током и обуславливающее перенос энергии в цепях постоянного тока. Заряды при протекании тока непрерывно перемещаются, но распределение их остается неизменным. Поэтому стационарное поле, подобно электростатическому, является потенциальным.

**Сторонняя сила** - сила неэлектростатической природы, вызывающая перемещение положительных электрических зарядов внутри источника постоянного тока от точки с низким к точке с высоким потенциалом (отрицательных – от точки с высоким к точке с низким потенциалом). Сторонними считаются все силы отличные от кулоновских сил. Удельная работа сторонних сил (работа по переносу единичного заряда) называется электродвижущей силой источника тока.

**Теорема Гаусса-Остроградского** связывает суммарный электрический заряд, находящийся внутри замкнутой поверхности, с потоком вектора напряженности электростатического поля через эту поверхность:  $\Phi_E = \Sigma q/\epsilon_0\epsilon$ . В обобщенном виде эта теорема входит в систему уравнений Максвелла.

**Термоэлектронная эмиссия** – испускание электронов металлами, нагретыми до высокой температуры.

**Тлеющий разряд** – разряд, возникающий в разрядной трубке, наполненной газом при низком давлении (около 0,1 мм рт. ст.), при напряжении порядка нескольких тысяч вольт. Применяется, в частности, в лампах дневного света.

**Токами Фуко** называются индукционные токи, возникающие в массивном проводнике, помещенном в переменное магнитное поле.

**Током проводимости** называется электрический ток, обусловленный движением заряженных частиц.

**Понятие «ток смещения»** ввел Максвелл. По Максвеллу ток смещения — это переменное электрическое поле, порождающее, наряду с током проводимости (движущимися зарядами), магнитное поле. Таким образом, источником магнитного поля может быть ток смещения и ток проводимости.

**Тороидом** называется катушка, имеющая форму бублика.

**Точечный электрический заряд** – заряженное тело, размерами которого можно пренебречь в условиях конкретной задачи.

**Транзисторы** – полупроводниковые триоды. Предложены в США (1948). Применяются для усиления и генерации электрических колебаний. По сравнению с вакуумными триодами обладают рядом ценных преимуществ (малый вес и габариты, прочность, отсутствие накальных цепей, высокий к. п. д., большой срок службы).

**Удельное сопротивление** величина, характеризующая способность вещества проводить электрический ток, и численно равная сопротивлению проводника длиной в 1 метр и площадью поперечного сечения 1 м<sup>2</sup>. Удельное сопротивление зависит от температуры. У металлов оно растет с ростом температуры, у полупроводников и водных растворов электролитов – уменьшается.

**Уравнения Максвелла** - уравнения, устанавливающие связь между напряженностями электрического и магнитного полей и распределением в пространстве электрических зарядов и токов. Уравнения Максвелла описывают электромагнитные явления в различных средах и в вакууме. Уравнения не доказываются и не выводятся в математическом смысле, а являются обобщением опыта. Все законы электромагнетизма есть следствия этих уравнений. Из уравнений Максвелла вытекает существование электромагнитных волн.

**Ферромагнетизм** называется свойство некоторых веществ (ферромагнетиков) спонтанно намагничиваться. Магнитные моменты атомов ферромагнетика в пределах микроскопических областей (доменов) спонтанно ориентируются параллельно друг другу. Процесс намагничивания можно рассматривать как процесс ориентации магнитных моментов доменов вдоль силовых линий магнитного поля. При выключении магнитного поля ферромагнетик остается намагниченным (остаточная намагниченность). Ферромагнетизм наблюдается только при условии, что температура не превышает так называемую температуру (или точку) Кюри. Самые известные ферромагнетики – железо, кобальт и никель.

**Электрет** - диэлектрик, способный длительное время находиться в наэлектризованном состоянии после снятия внешнего воздействия, вызвавшего поляризацию. Электрет создает в окружающем пространстве электростатическое поле за счет предварительной электризации или остаточной поляризации. Обычно электреты образуются путем нагревания диэлектриков до температуры, близкой к температуре их плавления, и последующего охлаждения в сильном внешнем электрическом поле.

**Электрическая емкость (электроемкость) проводника** - скалярная величина, характеризующая способность проводника накапливать электрический заряд, и равная отношению заряда проводника к его потенциалу (в предположении, что все другие проводники бесконечно удалены и что потенциал бесконечно удаленной точки принят равным нулю). Единицей электрической емкости проводника в СИ является 1 Фарад.

**Электрической постоянной** называется размерный множитель  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}^2/\text{Н} \cdot \text{м}^2$ , входящий в некоторые формулы электромагнетизма (например, в закон Кулона), записанные в системе единиц СИ.

**Электрический диполь** - система двухточечный зарядов одинаковых по абсолютной величине и противоположных по знаку, расположенных на некотором расстоянии друг от друга. На диполь, находящийся в электрическом поле, действует пара сил, стремящихся установить его вдоль силовых линий. Молекулы многих веществ по своим свойствам подобны электрическому диполю.

**Электрический заряд** - физическая величина, характеризующая свойство тел или частиц вступать в электромагнитное взаимодействие и определяющая значения сил и энергий при таких взаимодействиях. Электрическим зарядам приписывают положительный или отрицательный знак. Единица заряда в системе СИ – 1 Кл (кулон).

**Электрическим смещением** называется вспомогательная векторная величина  $D = \epsilon_0 \epsilon E$  (где  $\epsilon$  – относительная диэлектрическая проницаемость,  $\epsilon_0$  – электрическая постоянная,  $E$  – напряженность электрического поля), применяемая для описания электрического поля в диэлектрике.

**Электродвижущая сила** - характеристика источника энергии в электрической цепи. Электродвижущая сила измеряется отношением работы сторонних сил по перемещению заряда вдоль цепи к значению этого заряда. Можно сказать, что ЭДС есть удельная работа сторонних сил. ЭДС, как и потенциал, измеряется в вольтах.

**Электродинамика** - раздел физики, изучающий свойства электромагнитного поля и его взаимодействие с зарядами, связь электрических и магнитных явлений, а также электрический ток. Различают классическую, релятивистскую и квантовую электродинамики. Основой классической электродинамики являются уравнения Максвелла.

**Электролитической диссоциацией** называется распад молекул кислот, щелочей и солей в водном растворе на противоположно заряженные ионы. Положительные ионы называются катионами, отрицательные – анионами. Причина диссоциации – воздействие полярных молекул воды.

**Электролитами** называются вещества (соли, кислоты, основания), водные растворы которых проводят электрический ток. Молекулы электролитов под действием полярных молекул воды диссоциируют – распадаются на противоположно заряженные ионы.

**Электромагнитная индукция** - явление возникновения ЭДС в проводнике при его движении в магнитном поле; или при изменении окружающего его магнитного поля. При этом в замкнутом проводящем контуре, помещенном в переменное магнитное поле, возникает индукционный ток. См. также Закон электромагнитной индукции.

**Электромагнитное взаимодействие** – это взаимодействие заряженных тел. Характер электромагнитного взаимодействия зависит от выбора системы отсчета. В некоторых системах отсчета магнитная компонента электромагнитного взаимодействия не наблюдается и наблюдается электрическое взаимодействие, в других, наоборот, маскируется электрическое, а наблюдается только магнитное взаимодействие.

**Электромагнитное поле** - особая форма существования материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между покоящимися или движущимися электрическими зарядами.

**Электромагнитная волна** – это свободное (оторвавшееся от токов и зарядов) переменное *электромагнитное поле*. Существование электромагнитных волн вытекает из *уравнений Максвелла*. Переменные электрическое и магнитное поле могут отрываться от породивших их токов и зарядов и, поддерживая друг друга, распространяться в пространстве со скоростью света. Поэтому говорят, что Максвелл предсказал существование электромагнитных волн. Герц получил эти волны экспериментально, а Попов построил первый радиоприемник.

**Электронная теория металлов** была разработана немецким физиком Друде и развита голландским физиком Лоренцом. Теория основана на перенесении представлений кинетической теории газов на «газ» свободных электронов в металле. Электронная теория позволила вывести *законы Ома и Джоуля-Ленца* в металлах, но столкнулась с рядом затруднений, преодолеть которые удалось только квантовой (*зонной*) *теории* твердого тела.

**Электроны и дырки** – носители тока в полупроводниках. Электрон, переходя из валентной зоны в зону проводимости, оставляет в валентной зоне нарушенную валентную связь, по своим свойствам эквивалентную положительному электрическому заряду.

**Электростатика** - раздел электродинамики, изучающий поле неподвижных зарядов и их взаимодействие. Основу электростатики составляет закон Кулона.

Электростатическая индукция - появление электрических зарядов разного знака на противоположных участках *проводника* или *диэлектрика* в *электростатическом поле*.

**Электростатическая защита** - защита приборов и оборудования, основанная на том, что напряженность электростатического поля внутри проводника равна нулю. Роль экрана может играть металлический корпус прибора или металлическая сетка с достаточно мелкими ячейками.

**Электростатическое поле** - электрическое поле неподвижных электрических зарядов. Это частный случай электромагнитного поля. Характеристиками электростатического поля являются напряженность и потенциал.

**Элементарный электрический заряд** - наименьший положительный или отрицательный электрический заряд, равный по абсолютному значению заряду электрона. Заряд любого тела или частицы есть величина, кратная элементарному заряду. Частицы с дробным зарядом в свободном состоянии не наблюдаются.

Энергия, запасенная в *магнитном поле* катушки, равна  $W = LI^2/2$ , где  $I$  – *сила тока*,  $L$  – *индуктивность* катушки (ср. с формулой кинетической энергии!).

Энергия, запасенная в электрическом поле *конденсатора*, равна  $W = CU^2/2$ , где  $U$  – напряжение на конденсаторе,  $C$  – **емкость конденсатора**.

**Энергия Ферми** – энергия электронов, занимающих при абсолютном нуле температуры верхний уровень в зоне проводимости металла. Расчет показывает, что электроны, находящиеся на уровне Ферми, даже при абсолютном нуле обладают огромной кинетической энергией. Но движение электронов при этом носит нетепловой характер. При нормальных условиях вклад теплового движения в общую кинетическую энергию составляет величину не более 1 %. См. также *Зонная теория*.

**Эффектом Холла** называется возникновение разности *потенциалов* (*электродвижущей силы*) между гранями полупроводниковой или металлической пластинки с током при помещении ее в *магнитное поле*. Эффект Холла применяется для определения знака и концентрации носителей тока, а также в измерительной технике (для измерения *индукции магнитного поля*).

## 15. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

**Для лиц с нарушением слуха** возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а также, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний студентов на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий.

Доклад также может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала

(понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.)

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае студент предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

**Для лиц с нарушением зрения** допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а также использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний студентов на семинарских занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межкультурного взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

**Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата** не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия студент может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия студент должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад также может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем студент в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

**Программу составил:**

\_\_\_\_\_ **Ю.А. Коровин**

заведующий кафедрой ОиСФ,  
доктор физико-математических наук, профессор

**Рецензент:**

\_\_\_\_\_ **В.Л. Шаблов**

профессор отделения ядерной физики и технологий (О),  
доктор физико-математических наук, профессор