

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

## **ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ**

**Методические указания по выполнению практических работ**

Направление подготовки 03.03.02 Физика  
Направленность (профиль)  
«Медицинская физика»

**Ставрополь  
2026**

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| Введение                          | 1 |
| Тема 1 Электрическое поле         | 2 |
| Тема 2 Постоянное магнитное поле  | 3 |
| Тема 3 Магнетики                  | 4 |
| Тема 4 Электромагнитные колебания | 5 |
| Тема 5 Электромагнитные волны     | 6 |
| Тема 6 Электромагнитная индукция  | 7 |

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность** учебной дисциплины «Электричество и магнетизм» обусловлена необходимостью формирования у будущих специалистов практических умений на которых базируется их профессиональная деятельность.

Целями освоения дисциплины «Электричество и магнетизм» являются: приобретение знаний о методах научного познания; о современной физической картине мира; об основах фундаментальных физических теорий; развитие способностей к более глубокому пониманию сущности физических процессов, происходящих в природе и технике; «формирование научного способа мышления; овладение умениями проводить наблюдения, планировать и выполнять эксперименты, обрабатывать результаты экспериментов, применять теоретические знания при решении задач; развитие творческих способностей в процессе решения физических задач, выполнении экспериментальных заданий, подготовки курсовых и квалификационных работ; использования приобретенных знаний и умений для решения задач, возникающих в профессиональной деятельности. Главной задачей курса является понимание физической картины мира при изучении электромагнитных явлений и эффектов и взаимодействия электромагнитного поля с веществом.

Для этого в рамках дисциплины необходимо рассмотреть все основные электрические и магнитные явления и процессы, происходящие в природе, вывести основные законы и получить их выражение в виде математических уравнений. Особое значение должно быть придано показу фундаментальных связей между электрическими и магнитными явлениями. Кроме освоения основных понятий необходимо научить студентов количественно решать конкретные задачи в рамках принятых приближений. Кроме того важной задачей является формирование у студентов умений и навыков постановки и проведения физического эксперимента с последующим анализом и оценкой полученных результатов. В этом случае необходимо привлечение компьютерных технологий, что указывает на необходимость не только традиционных межпредметных связей с дисциплинами математического цикла, но и с курсами, рассматривающими новые информационные технологии.

В результате изучения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (в соответствии с образовательным стандартом):

ИД-2<sub>УК-1</sub> осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации

ИД-3<sub>УК-1</sub> определяет и оценивает риски возможных вариантов решений проблемной ситуации, выбирает оптимальный вариант её решения.

ИД-1<sub>ОПК-1</sub>

использует знания физических законов, процессов, явлений, а также поведение физических объектов при различных внешних условиях, при решении задач в своей профессиональной деятельности.

ИД-2<sub>ОПК-1</sub>

использует математический аппарат и методы математического и численного моделирования

для описания, анализа, теоретического и

экспериментального исследования физических систем, явлений и процессов в своей профессиональной деятельности.

ИД-3<sub>ОПК-1</sub>

способен сформулировать и решить задачу в своей профессиональной деятельности, опираясь на свои знания в области физико-математических и естественных наук.

ИД-1<sub>ОПК-2</sub>

проводит научные исследования физических объектов и процессов с помощью экспериментальных методов исследования, а также с использованием теоретического анализа и математического и численного моделирования;

ИД-2<sub>ОПК-2</sub>

проводит обработку полученных экспериментальных данных с использованием методов теории обработки результатов экспериментальных измерений, а также согласно требований нормативных документов

ИД-3<sub>ОПК-2</sub>

проводит анализ полученных результатов, а также составляет отчет по учебно-исследовательской деятельности, с учетом требований представления результатов исследований, сопоставляя их с известными аналогами

ИД-4<sub>ОПК-2</sub>

грамотно представляет результаты теоретического и экспериментального исследования в отчетных материалах.

ИД-1<sub>ПК-1</sub>

способен оценить актуальность решаемой задачи на основе анализа научной литературы и информационных материалов по тематике исследования.

В результате освоения дисциплины студент должен продемонстрировать:

Готовность осуществлять поиск, отбор и систематизацию информации в области оптики для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации

Готовность определять и оценивать риски возможных вариантов решений проблемной ситуации, выбор оптимального варианта её решения.

Готовность применять основные законы физической оптики и активно применять эти знания для решения фундаментальных задач в своей профессиональной деятельности.

Готовность использовать математический аппарат физической оптики для описания экспериментального исследования физических систем в своей профессиональной деятельности.

Способен сформулировать и решить задачу в своей профессиональной деятельности, опираясь на свои знания в области физической оптики.

Готовность проводить научные исследования физических объектов с помощью экспериментальных методов исследования физической оптики.

Готовность проводить обработку полученных экспериментальных данных с использованием методов теории обработки результатов экспериментальных измерений, а также согласно требований нормативных документов.

Готовность проводить анализ полученных результатов, а также составлять отчет по учебно-

исследовательской деятельности, с учетом требований представления результатов исследований, сопоставляя их с известными аналогами.

Готовность грамотно представлять результаты экспериментального исследования в отчетных материалах.

Готовность оценить актуальность решаемой задачи на основе анализа научной литературы и информационных материалов в области физической оптики по тематике исследования.

Цель данного практикума – описание последовательности, основного содержания, методики выполнения практических занятий по учебному курсу и (или) самостоятельной подготовки к ним. Занятия проводятся в форме практического занятия.

При решении задач практического занятия следует выполнять следующие правила оформления:

1. Условия задач переписываются полностью без сокращений. Обязательно записывается номер задачи с указанием номера лабораторного занятия.

2. Текст и графики должны быть выполнены без помарок и исправлений. Допускается оформление на компьютере.

3. Необходимо указать основные законы и формулы, на которых базируется решение, и дать формулировку этих законов, разъяснив буквенные обозначения формул. Если при решении задач применяется формула, полученная для частного случая, не выражающая какой-нибудь физический закон или не являющаяся определением физической величины, то следует привести ее вывод.

4. Рекомендуется сделать чертеж, эскизный рисунок или построить график, поясняющий содержание задачи или ход решения.

5. Решения задач должны сопровождаться исчерпывающими, но краткими словесными объяснениями, раскрывающими физический смысл употребляемых формул.

6. Необходимо решить задачу в общем виде, т.е. выразить искомую величину в буквенных обозначениях величин, заданных в условии задачи или введенных самостоятельно.

7. Ответ задачи в общем виде и числовое значение искомой величины с обязательным указанием размерности, предваряемые словом «**ОТВЕТ:**», записываются отдельно после решения. Решения отдельных задач разделяются.

8. В случае если задание при проверке не зачтено, студент обязан представить его на повторную проверку, включив в него те задачи, решения которых оказались неверными. Повторная работа представляется вместе с незачтенной работой.

9. Студент должен быть готов дать устные пояснения по существу решения задач, входящих в его расчетное задание.

10. При несоответствии оформления работы указанным требованиям она не будет зачтена.

## СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

**Тема 1.** Закон Кулона и принцип суперпозиции. Теорема Гаусса и ее применение для расчета полей.

**Цель занятия:** Глубокое усвоение, конкретизация и закрепление знаний в области закона Кулона и принципа суперпозиции. Рассмотреть теорему Гаусса и ее применение для расчета полей.

**Организационная форма занятия:** комбинированная, сочетающая лабораторное занятие с элементами семинара. Первоначально, рассматриваются основные теоретические вопросы по теме занятия, после чего организовывается решение типовых задач. При этом предполагается широкое использование интерактивных методов – эвристических бесед, использование задач-вопросов при обсуждении теоретических положений. При решении задач используются как коллективные методы работы с элементами «мозгового штурма», так и самостоятельная работа под контролем преподавателя с последующим комментарием решения.

**Вопросы, выносимые на обсуждение:**

1. Закон Кулона.
2. Вектор напряженности электрического поля.
3. Принцип суперпозиции электрических полей.
4. Теорема Остроградского-Гаусса, ее представление в дифференциальной форме.
5. Теорема Ирншоу.
6. Потенциал и его связь с напряженностью поля.
7. Работа сил электростатического поля. Потенциальность электростатического поля. Потенциал.
8. Связь потенциала с вектором напряженности электростатического поля.
9. Теорема о циркуляции вектора напряженности электрического поля и ее представление в дифференциальной форме.
10. Электрический диполь.
11. Электрическое поле диполя. Момент сил, действующих на диполь в электрическом поле.
12. Энергия диполя в электрическом поле.
13. Силы, действующие на диполь.
14. Поле системы зарядов на больших расстояниях.

### **Методические рекомендации**

*При подготовке к разбору указанных вопросов необходимо руководствоваться следующими требованиями:*

1. Предварительно необходимо ознакомиться с рекомендуемой литературой (основной и дополнительной), найти необходимую информацию в сети Интернет, выявить новые аспекты проблемы и уже поставленные и изученные способы ее решения. Помимо рекомендуемой литературы аспирант сам может дополнительно подобрать и изучить литературу по интересующей его проблеме.

2. Во время работы с выбранными источниками желательно делать записи, которыми можно будет воспользоваться во время выступления в ходе разбора конкретных вопросов. Записи (в различной форме, например, конспект, план, аннотация, резюме, тезисы, цитаты) не только способствуют пониманию и усвоению изучаемого материала, но и помогают вырабатывать навыки ясного изложения в письменной форме тех или иных теоретических вопросов. Делая записи, не следует забывать об их оформлении. Необходимо указывать фамилию автора изучаемого материала, полное название работы, место и год ее издания. Целесообразно указывать страницы.

**Основная литература:** 2; 3.

*Дополнительная литература:* 2; 8; 14; 16; 21; 24.

*Интернет ресурсы:* 3; 8.

## **Тема 2. Проводники в электростатическом поле.**

**Цель занятия:** Глубокое усвоение, конкретизация и закрепление знаний в области проводников в электростатическом поле.

**Организационная форма занятия:** комбинированная, сочетающая лабораторное занятие с элементами семинара. Первоначально, рассматриваются основные теоретические вопросы по теме занятия, после чего организовывается решение типовых задач. При этом предполагается широкое использование интерактивных методов – эвристических бесед, использование задач-вопросов при обсуждении теоретических положений. При решении задач используются как коллективные методы работы с элементами «мозгового штурма», так и самостоятельная работа под контролем преподавателя с последующим комментарием решения.

### ***Вопросы, выносимые на обсуждение:***

1. Напряженность поля у поверхности и внутри проводника.
2. Распределение заряда на поверхности проводника.
3. Электростатическая защита. Силы, действующие на поверхность проводника.
4. Измерение потенциала проводника. Эквипотенциальные поверхности.
5. Связь между зарядом и потенциалом проводника.
6. Уравнения Пуассона и Лапласа при решении общей задачи электростатики.
7. Метод изображений, теорема единственности.
8. Диэлектрики и электростатическое поле.
9. Вектор поляризации. Свободные и связанные заряды.
10. Связь вектора поляризации со связанными зарядами. Вектор электрической индукции.
11. Материальное уравнение для вектора электрического поля.
12. Теорема Остроградского-Гаусса в присутствии диэлектриков. Граничные условия для вектора поляризации, напряженности и индукции электрического поля.
13. Энергия диэлектрика во внешнем электрическом поле.
14. Пондеромоторные силы и методы их вычисления.

### ***Методические рекомендации***

*При подготовке к разбору указанных вопросов необходимо руководствоваться следующими требованиями:*

1. Предварительно необходимо ознакомиться с рекомендуемой литературой (основной и дополнительной), найти необходимую информацию в сети Интернет, выявить новые аспекты проблемы и уже поставленные и изученные способы ее решения. Помимо рекомендуемой литературы студент сам может дополнительно подобрать и изучить литературу по интересующей его проблеме.

2. Во время работы с выбранными источниками желательно делать записи, которыми можно будет воспользоваться во время выступления в ходе разбора конкретных вопросов. Записи (в различной форме, например, конспект, план, аннотация, резюме, тезисы, цитаты) не только способствуют пониманию и усвоению изучаемого материала, но и помогают вырабатывать навыки ясного изложения в письменной форме тех или иных теоретических вопросов. Делая записи, не следует забывать об их оформлении. Необходимо указывать фамилию автора изучаемого материала, полное название работы, место и год ее издания. Целесообразно указывать страницы.

При подготовке к *первому-второму* вопросу семинара студент должен знать

основные положения физики коллоидного состояния вещества, иметь представление об основных свойствах гетерогенных высокодисперсных системах и протекающих в них процессах. Особое внимание должно быть уделено магнитным коллоидным системам, их природе, уникальным свойствам сохранять текучесть при достаточно большой намагниченности.

В этом ему поможет следующая литература:

1. Щукин, Е.Д. Коллоидная химия: учеб. Пособие для университетов и химико-технолог. вузов / Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина.- М.: Высш.шк., 2004.- 445 с.
2. Блум Э.Я., Майоров М.М., Цеберс А.О. Магнитные жидкости. Рига.: Зинатне, 1986.

При изучении 3 вопроса необходимо познакомиться с общими теориями устойчивости коллоидных систем и особенностями синтеза коллоидов на основе электролитов и слабо проводящих жидкостей. При этом, необходимо рассмотреть потенциальные кривые сил взаимодействия коллоидных частиц в случае электростатической и стерической стабилизации. После этого рассмотреть факторы устойчивости магнитных коллоидных систем, синтезированных как на основе углеводов, так и слабых электролитов.

При изучении этого вопроса, кроме выше указанной литературы могут быть исследованы следующие источники

1. Суздалев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. – М.: КомКнига, 2006.- 592 с.
2. Фертман Е.Е. Магнитные жидкости. Минск.: “Высшая школа”, 1988.
3. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия.- М.: Высш. шк., 2001.- 527 с.

**Основная литература:** 2; 3.6

**Дополнительная литература:** 1,3,4,5.

**Интернет ресурсы:** 1-3

### **Тема 3. Емкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля.**

**Цель занятия:** Глубокое усвоение, конкретизация и закрепление знаний в области понятия емкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля.

**Организационная форма занятия:** комбинированная, сочетающая лабораторное занятие с элементами семинара. Первоначально, рассматриваются основные теоретические вопросы по теме занятия, после чего организовывается решение типовых задач. При этом предполагается широкое использование интерактивных методов – эвристических бесед, использование задач-вопросов при обсуждении теоретических положений. При решении задач используются как коллективные методы работы с элементами «мозгового штурма», так и самостоятельная работа под контролем преподавателя с последующим комментарием решения.

#### **Вопросы, выносимые на обсуждение:**

1. Емкость плоского, сферического и цилиндрического конденсаторов.
2. Энергия заряженного конденсатора.
3. Энергия заряженных проводника и конденсатора. Энергия электрического поля.
4. Силы при наличии диэлектрика.
5. Силы в жидком диэлектрике. Поверхностная плотность сил.
6. Постоянный электрический ток. Уравнение непрерывности.
7. Условие стационарности тока. Электрическое напряжение.
8. Закон Ома для участка цепи. Электросопротивление. Удельная электрическая проводимость вещества.
9. Дифференциальная форма закона Ома. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-



- Ленца и его дифференциальная форма.
10. Сторонние силы. ЭДС. Закон Ома для замкнутой цепи. Разветвленные цепи.
  11. Правила Кирхгофа. Закон сохранения энергии для цепей постоянного тока
  12. Постоянное магнитное поле.
  13. Магнитостатика. Взаимодействие токов.
  14. Вектор индукции магнитного поля. Закон Био-Савара-Лапласа.
  15. Действие магнитного поля на ток. Закон Ампера.
  16. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля. Дифференциальная форма теоремы о циркуляции.
  17. Элементарный ток и его магнитный момент.
  18. Понятие о магнитном диполь-дипольном взаимодействии.

### **Методические рекомендации**

*При подготовке к разбору указанных вопросов необходимо руководствоваться следующими требованиями:*

1. Предварительно необходимо ознакомиться с рекомендуемой литературой (основной и дополнительной), найти необходимую информацию в сети Интернет, выявить новые аспекты проблемы и уже поставленные и изученные способы ее решения. Помимо рекомендуемой литературы студент сам может дополнительно подобрать и изучить литературу по интересующей его проблеме.

2. Во время работы с выбранными источниками желательно делать записи, которыми можно будет воспользоваться во время выступления в ходе разбора конкретных вопросов.. Записи (в различной форме, например, конспект, план, аннотация, резюме, тезисы, цитаты) не только способствуют пониманию и усвоению изучаемого материала, но и помогают вырабатывать навыки ясного изложения в письменной форме тех или иных теоретических вопросов. Делая записи, не следует забывать об их оформлении. Необходимо указывать фамилию автора изучаемого материала, полное название работы, место и год ее издания. Целесообразно указывать страницы.

При подготовке к *первому-второму вопросу* семинара студент должен знать общие принципы построения моделей намагничивающихся сред, свободно ориентироваться с известными на сегодняшний день моделях магнитных жидкостей, уметь объяснять известные эффекты на основе этих моделей. При подготовке к третьему вопросу должен детально разбираться в тонкостях модели внутренних вращений и уметь анализировать ряд известных явлений (анизотропия реологических свойств, отрицательная вязкость, гидродинамические неустойчивости), наблюдающихся в магнитной жидкости на основе этой модели.

**Основная литература:** 3,6

**Дополнительная литература:** ,3,4,5.

**Интернет ресурсы:** 1-3

**Задания для развития и контроля владения компетенциями**

### **Тема 4.Магнетики.Электромагнитная индукция.**

**Цель занятия:** Глубокое усвоение, конкретизация и закрепление знаний в области магнетиков. Дать понятие электромагнитной индукция.

**Организационная форма занятия:** комбинированная, сочетающая лабораторное занятие с элементами семинара. Первоначально, рассматриваются основные теоретические вопросы по теме занятия, после чего организовывается решение типовых задач. При этом предполагается широкое использование интерактивных методов – эвристических бесед, использование задач-вопросов при обсуждении теоретических положений. При решении задач используются как коллективные методы работы с элементами «мозгового штурма»,

так и самостоятельная работа под контролем преподавателя с последующим комментарием решения.

**Вопросы, выносимые на обсуждение:**

1. Понятие о молекулярных токах.
2. Вектор намагниченности и его связь с молекулярными токами. Вектор напряженности магнитного поля.
3. Магнитная проницаемость и магнитная восприимчивость вещества.
4. Материальное уравнение для векторов магнитного поля.
5. Понятие о тензоре магнитной проницаемости.
6. Граничные условия для векторов напряженности и индукции магнитного поля. Силы, действующие на магнетики в магнитном поле.
7. Классификация магнетиков: диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики.
8. Классическое описание диамагнетизма.
9. Объяснение парамагнетизма по Ланжевону.
10. Гиромагнитное отношение. Опыты Эйнштейна-де-Гааза.
11. Опыт Барнетта. Ферромагнетизм.
12. Доменная структура.
13. Гистерезис намагничивания. Кривая Столетова.
14. Остаточная индукция и коэрцитивная сила.
15. Закон электромагнитной индукции Фарадея и его формулировка в дифференциальной форме.
16. Правило Ленца.
17. Индукционные методы измерения магнитных полей. Токи Фуко.
18. Ток смещения. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Свойства уравнений Максвелла.

**Методические рекомендации**

*При подготовке к разбору указанных вопросов необходимо руководствоваться следующими требованиями:*

1. Предварительно необходимо ознакомиться с рекомендуемой литературой (основной и дополнительной), найти необходимую информацию в сети Интернет, выявить новые аспекты проблемы и уже поставленные и изученные способы ее решения. Помимо рекомендуемой литературы студент сам может дополнительно подобрать и изучить литературу по интересующей его проблеме.

2. Во время работы с выбранными источниками желательно делать записи, которыми можно будет воспользоваться во время выступления в ходе разбора конкретных вопросов.. Записи (в различной форме, например, конспект, план, аннотация, резюме, тезисы, цитаты) не только способствуют пониманию и усвоению изучаемого материала, но и помогают вырабатывать навыки ясного изложения в письменной форме тех или иных теоретических вопросов. Делая записи, не следует забывать об их оформлении. Необходимо указывать фамилию автора изучаемого материала, полное название работы, место и год ее издания. Целесообразно указывать страницы.

При подготовке к *первому-второму вопросу* семинара студент должен знать теорию описания процесса намагничивания магнитных коллоидов на основе теории Ланжевена, применяемой обычно для молекулярных парамагнетиков, владеть методикой магнитогранулометрических расчетов на основе анализа экспериментальных кривых намагничивания и функциональных зависимостей магнитной восприимчивости. Для этого могут быть использованы как известные научные статьи по тематике магнитных жидкостей (опубликованные как правило в журналах УФН, Коллоидном журнале, ЖЭТФ, ЖТФ, Магнитной гидродинамике, ЖММ и др.), так и монографии (Фертман Е.Е. Магнитные жидкости. Минск.: “Высшая школа”, 1988, . Блум Э.Я., Майоров М.М., Цеберс А.О. Магнитные жидкости. Рига.: “Зинатне”, 1986, Закинян А., Диканский Ю.

Магнитные и электрические свойства магнитных эмульсий. LAP Lambert Academic Publishing, 201, Куникин С. Диканский Ю. Магнитные коллоиды. Функциональные зависимости магнитной восприимчивости. LAP Lambert Academic Publishing, 2011). При изучении 3-4 вопросов следует сформировать понятия о принципах учета полидисперсности коллоидных частиц, а также особенности их взаимодействия. Для этого необходимо кроме указанных монографий воспользоваться современными научными статьями, в которых отражены последние достижения в этой области (например статьи Иванова А.О., Пшеничникова А.Ф., Хуке, Люке, Каликманова и др.).

**Основная литература:** 1,3,6

**Дополнительная литература:** 3,4,5.

**Интернет ресурсы:** 1-3

## **Тема 5. Электромагнитные колебания. Переменный синусоидальный ток**

**Цель занятия:** Глубокое усвоение, конкретизация и закрепление знаний в области электромагнитных колебаний. Дать понятие переменный синусоидальный ток

**Организационная форма занятия:** комбинированная, сочетающая лабораторное занятие с элементами семинара. Первоначально, рассматриваются основные теоретические вопросы по теме занятия, после чего организовывается решение типовых задач. При этом предполагается широкое использование интерактивных методов – эвристических бесед, использование задач-вопросов при обсуждении теоретических положений. При решении задач используются как коллективные методы работы с элементами «мозгового штурма», так и самостоятельная работа под контролем преподавателя с последующим комментарием решения.

### **Вопросы, выносимые на обсуждение:**

1. Квазистационарные поля.
2. Собственные колебания в контуре.
3. Уравнение гармонических колебаний.
4. Энергия, запасенная в контуре.
5. Затухающие колебания в контуре и их уравнение.
6. Логарифмический декремент затухания.
7. Добротность контура.
8. Вынужденные колебания в контуре. Резонанс.
9. Процесс установления вынужденных колебаний.
10. Квазистационарные токи.
11. Методы комплексных амплитуд и векторных диаграмм. Активное, емкостное и индуктивное сопротивление.
12. Закон Ома для цепей переменного тока.
13. Резонанс напряжений.
14. Резонанс токов.
15. Трансформатор, принцип действия, применение. Высокочастотные токи. Скин-эффект.
16. Электромагнитные волны.
17. Волновое уравнение. Вектор Умова-Пойтинга. Закон сохранения электромагнитного поля.
18. Излучение электромагнитных волн.

### **Методические рекомендации**

При подготовке к разбору указанных вопросов необходимо руководствоваться

*следующими требованиями:*

1. Предварительно необходимо ознакомиться с рекомендуемой литературой (основной и дополнительной), найти необходимую информацию в сети Интернет, выявить новые аспекты проблемы и уже поставленные и изученные способы ее решения. Помимо рекомендуемой литературы студент сам может дополнительно подобрать и изучить литературу по интересующей его проблеме.

2. Во время работы с выбранными источниками желательно делать записи, которыми можно будет воспользоваться во время выступления в ходе разбора конкретных вопросов. Записи (в различной форме, например, конспект, план, аннотация, резюме, тезисы, цитаты) не только способствуют пониманию и усвоению изучаемого материала, но и помогают вырабатывать навыки ясного изложения в письменной форме тех или иных теоретических вопросов. Делая записи, не следует забывать об их оформлении. Необходимо указывать фамилию автора изучаемого материала, полное название работы, место и год ее издания. Целесообразно указывать страницы.

При подготовке к *первому-второму* вопросу семинара студент должен знать общую теорию кинетики намагничивания, уметь записывать и анализировать кинетические уравнения магнитной релаксации. Кроме того, студент ориентироваться в различных механизмах намагничивания, условиях их реализации, производить расчеты неелевского и броуновского времен релаксаций. При подготовке к третьему вопросу должен обладать информацией о явлении дисперсии комплексной магнитной восприимчивости, обусловленной особенностями кинетики намагничивания таких систем.

**Основная литература:** 1,2,3,6

**Дополнительная литература:** ,3,4,5.

**Интернет ресурсы:** 1-3

## **Тема 6 Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях. Механизмы электропроводности.**

**Цель занятия:** Глубокое усвоение, конкретизация и закрепление знаний в области движения заряженных частиц в электрическом и магнитном полях. Механизмы электропроводности.

**Организационная форма занятия:** комбинированная, сочетающая лабораторное занятие с элементами семинара. Первоначально, рассматриваются основные теоретические вопросы по теме занятия, после чего организовывается решение типовых задач. При этом предполагается широкое использование интерактивных методов – эвристических бесед, использование задач-вопросов при обсуждении теоретических положений. При решении задач используются как коллективные методы работы с элементами «мозгового штурма», так и самостоятельная работа под контролем преподавателя с последующим комментарием решения.

### **Вопросы, выносимые на обсуждение:**

1. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле.
2. Определение заряда и массы электрона.
3. Определение удельного заряда ионов.
4. Природа электрического тока в металлах.
5. Классическая электронная теория проводимости Друде-Ленца.
6. Законы Ома и Джоуля - Ленца в классической электронной теории.
7. Эффект Холла.
8. Электролиты.
9. Закон Фарадея.

### **Методические рекомендации**

При подготовке к разбору указанных вопросов необходимо руководствоваться следующими требованиями:

1. Предварительно необходимо ознакомиться с рекомендуемой литературой (основной и дополнительной), найти необходимую информацию в сети Интернет, выявить новые аспекты проблемы и уже поставленные и изученные способы ее решения. Помимо рекомендуемой литературы студент сам может дополнительно подобрать и изучить литературу по интересующей его проблеме.

2. Во время работы с выбранными источниками желательно делать записи, которыми можно будет воспользоваться во время выступления в ходе разбора конкретных вопросов. Записи (в различной форме, например, конспект, план, аннотация, резюме, тезисы, цитаты) не только способствуют пониманию и усвоению изучаемого материала, но и помогают вырабатывать навыки ясного изложения в письменной форме тех или иных теоретических вопросов. Делая записи, не следует забывать об их оформлении. Необходимо указывать фамилию автора изучаемого материала, полное название работы, место и год ее издания. Целесообразно указывать страницы.

При подготовке к *первому* вопросу семинара студент должен предварительно ознакомлен общими вопросами электрической проводимости растворов (в частности с теорией электрической проводимости Дебая-Онзагера), иметь представление об электропроводности неводных растворов. Кроме того должен знать основные методы кондуктометрии. Далее необходимо получить знания об электропроводности коллоидных систем, которые в последствии должны быть конкретизированы для магнитных коллоидов.

Подготовка ко второму вопросу должна включать в себя изучение вопросов связанных с особенностью изменения электрической проводимости и диэлектрических свойств магнитных коллоидов от воздействия магнитным полем.

Третий вопрос касается магнитных коллоидов с мелкодисперсным немагнитным наполнителем – частицами микронных размеров как диэлектрических, так и проводящих. Воздействие магнитного поля приводит к структурной организации таких частиц и, как следствие, изменению их эффективных диэлектрических параметров и электропроводности. При подготовке к третьему вопросу должны быть использованы научные статьи и диссертационные исследования, посвященные рассматриваемым вопросам (авторы статей и диссертаций Смерек Ю.Л., Закинян З.Г., Вегера Ж.Г., Ткачева Е.С.).

***Основная литература:*** 2,3,4,6

***Дополнительная литература:*** ,3,4,5.

***Интернет ресурсы:*** 1-3

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

## **ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ**

**Методические указания для обучающихся по организации и проведению  
самостоятельной работы**

Направление подготовки 03.03.02 Физика  
Направленность (профиль)  
«Медицинская физика»

**Ставрополь  
2026**

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                   |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Введение                                                                                          | 3 |
| План-график выполнения самостоятельной работы                                                     | 5 |
| Методические рекомендации по изучению теоретического материала, подготовке к практическим работам | 6 |
| Методические указания по подготовке к экзамену                                                    | 7 |

## Введение

Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студента).

Самостоятельная работа студента является важным видом учебной и научной деятельности студента. Федеральным государственным образовательным стандартом предусматривается значительный объем времени из общей трудоемкости дисциплины на самостоятельную работу. В связи с этим, обучение включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому самостоятельная работа должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.

Концепцией модернизации российского образования определены основные задачи профессионального образования – подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности.

Решение этих задач невозможно без повышения роли самостоятельной работы студентов над учебным материалом, усиления ответственности преподавателей за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста студентов, воспитание творческой активности и инициативы.

Самостоятельная работа студента предполагает, прежде всего, его научно-исследовательскую и практическую деятельность, поскольку именно эти виды учебной работы в первую очередь готовят к самостоятельному выполнению профессиональных задач. Конечной целью самостоятельной работы является организация самостоятельной познавательной деятельности, формирование умения самостоятельно анализировать информацию, выделять главное и второстепенное.

Основными формами самостоятельной работы студентов по дисциплине «Электричество и магнетизм» являются:

- подготовка к семинару;
- подготовка к практическому занятию.

**Семинар** – обсуждение проблемы, темы по заранее заданной структуре (вопросам) с предварительным углубленной самостоятельной проработкой материала. Семинары помогают овладеть понятийно-терминологическим аппаратом, свободно оперировать им, понимать практическое приложение теории, прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления.

**Индивидуальное задание** – частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

В результате изучения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (в соответствии с образовательным стандартом):

ИД-2 УК-1

осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации.

ИД-3 УК-1

определяет и оценивает риски возможных вариантов решений проблемной ситуации, выбирает оптимальный вариант её решения.

ИД-1 ОПК-1



использует знания физических законов, процессов, явлений, а также поведение физических объектов при различных внешних условиях, при решении задач в своей профессиональной деятельности.

#### ИД-2 ОПК-1

использует математический аппарат и методы математического и численного моделирования для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования физических систем, явлений и процессов в своей профессиональной деятельности.

#### ИД-3 ОПК-1

способен сформулировать и решить задачу в своей профессиональной деятельности, опираясь на свои знания в области физико-математических и естественных наук.

#### ИД-1 ОПК-2

проводит научные исследования физических объектов и процессов с помощью экспериментальных методов исследования, а также с использованием теоретического анализа и математического и численного моделирования;

#### ИД-2 ОПК-2

проводит обработку полученных экспериментальных данных с использованием методов теории обработки результатов экспериментальных измерений, а также согласно требований нормативных документов;

#### ИД-3 ОПК-2

проводит анализ полученных результатов, а также составляет отчет по учебно-исследовательской деятельности, с учетом требований представления результатов исследований, сопоставляя их с известными аналогами;

#### ИД-4 ОПК-2

грамотно представляет результаты теоретического и экспериментального исследования в отчетных материалах.

#### ИД-1 ПК-1

способен оценить актуальность решаемой задачи на основе анализа научной литературы и информационных материалов по тематике исследования.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: теоретические основы методов теоретических и экспериментальных исследований в области физики электрических и магнитных явлений;

Уметь: применять основные законы общей физики для решения практических задач; строить математические модели физических явлений и процессов; решать типовые прикладные физические задачи;

Владеть: научными методами исследования физических явлений и процессов; навыками проведения физического эксперимента и обработки результатов.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА, ПОДГОТОВКЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

На первом этапе необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, в которой рассмотрено содержание тем дисциплины лекционного курса, взаимосвязь тем лекций с лабораторными занятиями, темы и виды самостоятельной работы. По каждому виду самостоятельной работы предусмотрены определённые формы отчетности.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо самостоятельно детально изучить представленные темы по рекомендуемым источникам информации:

| № п/п | Темы для самостоятельного изучения      | Рекомендуемые источники информации (№ источника) |                |              |                  |
|-------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------|--------------|------------------|
|       |                                         | Основная                                         | Дополнительная | Методическая | Интернет-ресурсы |
| 1     | Электрическое поле                      | 1-2                                              | 3              | 4-6          | 1, 3, 7 - 9      |
| 2     | Постоянное магнитное поле.              | 1-2                                              | 3              | 4-6          | 1, 3, 7 - 9      |
| 3     | Магнетики.                              | 1-2                                              | 3              | 4-6          | 1, 3, 7 - 9      |
| 4     | Электромагнитная индукция.              | 1-2                                              | 3              | 4-6          | 1, 3, 7 - 9      |
| 5     | Электромагнитные колебания.             | 1-2                                              | 3              | 4-6          | 1, 3, 7 - 9      |
| 6     | Электромагнитные волны.                 | 1-2                                              | 3              | 4-6          | 1, 3, 7 - 9      |
| 7     | Электрический ток в жидкостях..         | 1-2                                              | 3              | 4-6          | 1, 3, 7 - 9      |
| 8     | Электрический ток в полупроводниках.    | 1-2                                              | 3              | 4-6          | 1, 3, 7 - 9      |
| 9     | Природа электрического тока в металлах. | 1-2                                              | 3              | 4-6          | 1, 3, 7 - 9      |
| 10    | Уравнения Максвелла                     | 1-2                                              | 3              | 4-6          | 1, 3, 7 - 9      |

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЭКЗАМЕНУ

Промежуточная аттестация студентов является формой оценки качества освоения студентом образовательной программы, его уровня знаний, умений и навыков при сдаче студентом установленных рабочим учебным планом зачетов и экзаменов. Экзамены являются заключительным этапом изучения всей дисциплины или ее части и преследуют цель проверить полученные студентом теоретические знания. Экзамены принимаются преподавателем, ведущим лекционные занятия по данной дисциплине, а в его отсутствие – преподавателем, назначенным письменным распоряжением по кафедре. Экзамены принимаются по билетам в устной или письменной форме, в том числе с применением технических средств. Экзаменационные билеты утверждаются заведующим кафедрой. Результаты приема экзамена, как правило, оцениваются: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Главная **задача** проведения экзамена – проверка знаний, навыков и умений студента, по прослушанной дисциплине.

Основными функциями экзамена являются:

- обучающая;
- оценивающая;
- воспитательная.

Обучающее значение экзамена проявляется, прежде всего, в том, что в ходе экзаменационной сессии студент обращается к пройденному материалу, сосредоточенному в конспектах лекций, учебниках и других источниках информации.

Повторяя, обобщая, закрепляя и дополняя полученные знания, поднимает их на качественно-новый уровень – уровень системы совокупных данных, что позволяет ему понять логику всего предмета в целом. Новые знания студент получает в ходе самостоятельного изучения того, что не было изложено в лекциях и на семинарских

занятиях.

Оценивающая функция экзамена состоит в том, что он подводит итоги не только конкретным знаниям студентов, но и в определенной мере всей системе учебной работы по курсу.

Если экзамен проводится объективно, доброжелательно, с уважительным отношением к личности и мнению студента, то он имеет и большое воспитательное значение. В этом случае экзамены стимулируют у студентов трудолюбие, принципиальность, ответственное отношение к делу, развивают чувство справедливости, собственного достоинства, уважения к науке и преподаванию.

Экзамен как особая форма учебного процесса имеет свои особенности, специфические черты и некоторые аспекты, которые необходимо студенту знать и учитывать в своей работе. Это, прежде всего:

- что и как запоминать при подготовке к экзамену;
- по каким источникам и как готовиться;
- на чем сосредоточить основное внимание;
- каким образом в максимальной степени использовать программу курса;
- что и как записать, а что выучить дословно и т. п.

Прежде всего, у студентов возникает вопрос – нужно ли заучивать учебный материал? Однозначного ответа здесь нет. Можно сказать и да, и нет. Все зависит от того, что именно заучивать. Запомнить, прежде всего, необходимо определение понятий и их основные положения. Именно в них указываются признаки, отражающие сущность данного явления и позволяющие отличить данное понятие и явление от других.

В то же время на экзамене, как правило, проверяется не столько уровень запоминания студентом учебного материала, сколько то, насколько успешно он оперирует теми или иными научными понятиями и категориями, систематизирует факты, как умеет мыслить, аргументировано отстаивать определенную позицию, объясняет и пересказывает заученную информацию.

При подготовке к экзамену следует запоминать и заучивать информацию с расчетом на помощь определенных подсобных учебно-методических средств и пособий, учебной программы курса. Правильно используя программу при подготовке к ответу (она должна быть на столе у каждого), студент получает информационный минимум для своего выступления.

Программу курса необходимо максимально использовать как в ходе подготовки, так и на самом экзамене. Ведь она включает в себя разделы, темы и основные проблемы, в рамках которых и формируются вопросы для экзамена.

Заранее просмотрев программу, можно лучше сориентироваться, чем она поможет на экзамене, в какой последовательности лучше учить ответы на вопросы. Найдя свой экзаменационный вопрос в программе, студент учитывает то, где он расположен и как сформулирован, как он соотносится и связан с другими вопросами, что позволяет ему мобилизовать все свои знания этой проблемы и гораздо увереннее и грамотнее построить свой ответ.

Такой подход не только позволяет облегчить, разгрузить сам процесс запоминания, но и содействует развитию гибкости мышления, сообразительности, ассоциативности, творческому отношению к изучению конкретного учебного материала.

Кроме этого, необходимо применять для запоминания материала и метод использования ассоциаций, то есть ту связь, которая образуется при определенных условиях между двумя или более понятиями, представлениями, определениями и т. д. Это такой психологический процесс, в результате которого одни понятия или представления вызывают появление в уме других. Чем с большим количеством фактов мы ассоциируем данный факт, тем более прочно он задержан нашей памятью.

Оптимальным для подготовки к экзамену является вариант, когда студент начинает подготовку к нему с первых занятий по данному курсу. Такие возможности ему создаются

преподавателем. Однако далеко не все студенты эти возможности используют. Большинство из них выбирают метод атаки, штурма, когда факты закрепляются в памяти в течение немногих дней или даже часов для того, чтобы сдать.

В этом случае факты не могут образовать в уме прочные ассоциации с другими понятиями и поэтому такие знания, как правило, менее прочные и надежные, более бессистемные и формальные. Материал же, набираемый памятью постепенно, связанный с ассоциациями с другими событиями, неоднократно подвергаемый обсуждению, имеет иной, более высокий качественный уровень, сохраняется в памяти длительное время и может быть востребован в любой обстановке.

При подготовке к экзамену по наиболее сложным вопросам, ключевым проблемам и важнейшим понятиям необходимо сделать краткие письменные записи в виде тезисов, планов, определений. Запись включает дополнительные моторные ресурсы памяти.

Особое внимание в ходе подготовки к экзамену следует уделять конспектам лекций, ибо они обладают рядом преимуществ по сравнению с печатной продукцией. Как правило, они более детальные, иллюстрированные, что позволяет оценивать современную ситуацию, отражать самую свежую научную и оперативную информацию, отвечать на вопросы, интересующие аудиторию, в данный момент, тогда как при написании и опубликовании печатной продукции проходит определенное время, и материал быстро устаревает.

В то же время подготовка по одним конспектам лекций недостаточна, необходимо использовать и иную учебную литературу. Дать однозначную рекомендацию, по каким учебникам лучше готовиться к экзамену, нельзя, потому что идеальных учебников не бывает.

Они пишутся представителями различных научных школ и направлений, по-разному освещают, интерпретируют социальные процессы в обществе, в каждом из них есть плюсы и минусы, сильные и слабые стороны, достоинства и недостатки, одни проблемы раскрываются более глубоко и основательно, другие поверхностно или вообще не раскрываются. Поэтому для сравнения учебной информации и раскрытия всего многообразия данного явления желательно использовать два и более учебных пособия.

Не следует бояться дополнительных и уточняющих вопросов на экзамене. Они, как правило, задаются или помимо экзаменационного вопроса для выявления общей подготовленности студента, или в рамках билета для уточнения высказанной студентом мысли.

Среди основных критериев оценки ответа студента можно выделить следующие:

- правильность ответа на вопрос, то есть верное, четкое и достаточно глубокое изложение идей, понятий, фактов;
- полнота и одновременно лаконичность ответа;
- новизна учебной информации, степень использования последних научных достижений и нормативных источников;
- умение связать теорию с практикой и творчески применить знания к оценке сложившейся ситуации;
- логика и аргументированность изложения;
- грамотное комментирование, приведение примеров и аналогий;
- культура речи.

Все это позволяет преподавателю оценивать как знания, так и форму изложения материала.

Оценка знаний производится по 4-х балльной системе и на основании критериев, определенных в соответствующих документах по регламентации учебного процесса в вузах:

**Оценка «отлично»** выставляется студенту, если студент полно раскрыл содержание вопроса в объеме, предусмотренном программой; продемонстрировал умение иллюстрировать теорию конкретными примерами, отвечал самостоятельно, без наводящих

вопросов. Возможны одна — две неточности, которые студент легко исправил после замечания.

**Оценка «хорошо»** выставляется студенту, если ответ удовлетворяет основным требованиям оценки 5, но при этом, имеется один из недостатков и в изложении допущены небольшие пробелы, не искажившие содержания ответа, допущены один-два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные после замечания экзаменатора, допущены ошибка или более двух недочетов, при освещении второстепенных вопросов.

**Оценка «удовлетворительно»** выставляется студенту, если в ответе неполно раскрыто содержание материала, не продемонстрировано общее понимание вопроса, имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий или выкладках, исправленные после нескольких наводящих вопросов, при достаточном знании теории студент не всегда может применять эти знания на практике.

**Оценка «неудовлетворительно»** выставляется студенту, если выставляется при условии, если ответ не раскрывает основное содержание вопроса; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части данного вопроса, допущены ошибки в определении понятий при использовании терминологии предмета, не исправленные при нескольких наводящих вопросах.

### **Примерная тематика заданий для самостоятельной работы студентов**

#### **Вопросы к экзамену (4 семестр)**

##### **Базовый уровень**

1. Электрический заряд. Опыт Милликана. Закон сохранения заряда.
2. Закон Кулона. Его полевая трактовка.
3. Вектор напряженности электрического поля. Принцип суперпозиции.
4. Теорема Гаусса, ее представление в дифференциальной форме. Теорема Ирншоу.
5. Работа сил электростатического поля. Потенциал.
6. Связь потенциала с вектором электростатического поля.
7. Теорема о циркуляции напряженности электростатического поля и ее представление в дифференциальной форме.
8. Электрический диполь, его поле.
9. Энергия диполя во внешнем поле. Силы, действующие на диполь в электрическом поле.
10. Проводники в электростатическом поле. Напряженность поля у поверхности и внутри проводника.
11. Уравнение Пуассона и математическая постановка задач электростатики. Метод зеркальных отображений.
12. Емкость. Конденсаторы. Емкость конденсаторов.
13. Энергия системы зарядов. Энергия заряженных проводников. Энергия электрического поля.
14. Диэлектрики. Вектор электрической индукции. Теорема Гаусса для вектора индукции.
15. Вектор поляризации. Теорема Гаусса для вектора поляризации.
16. Граничные условия для векторов напряженности, индукции и поляризации.
17. Энергия диэлектрика во внешнем электрическом поле.
18. Объемные (пондеромоторные) силы, действующие на диэлектрик в электрическом поле.
19. Электронная теория поляризации диэлектриков. Поляризация неполярных диэлектриков. Формула Клаузиуса-Мосотти.
20. Поляризация полярных диэлектриков. Теория Ланжевена.
21. Электрические свойства кристаллов. Пьезоэлектрики.
22. Электрические свойства кристаллов. Сегнетоэлектрики.
23. Постоянный электрический ток. Сила и плотность тока. Уравнение непрерывности.
24. Закон Ома для участка цепи. Электросопротивление и удельная электропроводность. Дифференциальная форма закона Ома.

25. Сторонние силы. Обобщенный закон Ома. Правила Кирхгофа.
26. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца и его дифференциальная форма.
27. Вектор индукции магнитного поля. Закон Био-Савара-Лапласа.
28. Действие магнитного поля на ток. Закон Ампера.
29. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции и ее дифференциальная форма.
30. Поле элементарного тока и его магнитный момент. Контур с током в магнитном поле.

#### **Повышенный уровень**

1. Магнитное поле в веществе. Вектор намагниченности.
2. Вектор напряженности магнитного поля. Материальное уравнение для векторов магнитного поля.
3. Граничные условия для векторов напряженности и индукции магнитного поля. Принципиальные методы измерения индукции и напряженности магнитного поля в магнетиках.
4. Природа молекулярных токов. Магнитомеханические и механомагнитные явления. Гиромагнитное отношение.
5. Классификация магнетиков. Классическое описание диамагнетизма.
6. Описание парамагнетизма по Ланжевону.
7. Объяснение ферромагнетизма.
8. Силы, действующие на магнетики в магнитном поле.
9. Поток вектора магнитной индукции. Коэффициент самоиндукции и взаимной индуктивности.
10. Закон электромагнитной индукции Фарадея и его формулировка в дифференциальной форме.
11. Магнитная энергия контура с током. Энергия магнитного поля в веществе.
12. Собственные электромагнитные колебания в контуре. Уравнение колебательного контура.
13. Затухающие электромагнитные колебания в контуре.
14. Вынужденные электромагнитные колебания в контуре. Резонанс.
15. Квазистационарные токи. Методы комплексных амплитуд и векторных диаграмм.
16. Закон Ома для цепи переменного тока, содержащей индуктивность, емкость и активное сопротивление.
17. Резонанс напряжений и резонанс токов.
18. Основные положения классической электронной теории.
19. Понятие о зонной теории твердых тел. Статистика Ферми-Дирака.
20. Проводимость полупроводников.
21. Контактные явления. Контактная разность потенциалов. Термоэлектричество.
22. Сверхпроводимость. Основные свойства сверхпроводников.
23. Электролиты. Закон Фарадея.
24. Ток в газах. Виды газовых разрядов. Плазма.
25. Электрический ток в вакууме. Термоэлектронная эмиссия.
26. Электромагнитное поле. Ток смещения.
27. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме.
28. Электромагнитные волны. Волновое уравнение.
29. Энергия электромагнитных волн. Вектор Умова-Пойтинга.
30. Вибратор Герца. Излучение электромагнитных волн.

#### **Вопросы для коллоквиумов**

##### **по дисциплине Электричество и магнетизм**

#### **Базовый уровень**

1. Электрическое поле в вакууме.
2. Электрический заряд. Закон сохранения заряда.
3. Закон Кулона. Вектор напряженности электрического поля.
4. Теорема Остроградского-Гаусса и ее применение для расчетов полей.

5. Теорема о циркуляции вектора напряженности.
6. Работа сил электростатического поля. Потенциал.
7. Потенциал. Связь потенциала с вектором напряженности. Уравнения Пуассона и Лапласа.
8. Электрический диполь. Электрическое поле диполя.
9. Момент сил, действующих на диполь в электрическом поле. Э
10. нергия диполя в электрическом поле. Силы, действующие на диполь. Поле системы зарядов на больших расстояниях.
11. Проводники в электростатическом поле.
12. Поле в веществе.
13. Напряженность поля у поверхности и внутри проводника. Силы, действующие на поверхность проводника.
14. Распределение заряда на поверхности проводника. Электростатическая защита.
15. Емкость. Конденсаторы
16. Энергия электрического поля.
17. Энергия взаимодействия системы зарядов. Энергия заряженного проводника. Энергия заряженного конденсатора.
18. Энергия электрического поля. Диэлектрики в электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Вектор поляризации.
19. Вектор электрической индукции. Граничные условия. Силы, действующие на диэлектрик в электрическом поле.
20. Виды поляризации диэлектриков. 1. Электронная теория поляризации
  - а) наведенная поляризация,
  - б) ионная поляризация.
21. Эффективное поле и наведенная поляризация. Формула Клаузиуса-Моссотти.
22. Полярные диэлектрики.
23. Теория Ланжевена.
24. Электрические свойства кристаллов.
25. Постоянный электрический ток.
26. Электрический ток. Уравнение непрерывности. Закон Ома для участка цепи. Электрическое сопротивление.
27. Закон Ома для замкнутой цепи.
28. Работа и мощность тока.
29. Постоянное магнитное поле.
30. Взаимодействие токов.
31. Поле движущегося заряда. Элемент тока.
32. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Лоренца. Закон Ампера.
33. Магнитное поле в вакууме. Основные законы магнитного поля.
34. Контур с током в магнитном поле. Магнитное поле контура с током.
35. Работа при перемещении контура с током.

#### **Повышенный уровень**

36. Магнитное поле в веществе. Вектор намагниченности.
37. Вектор напряженности магнитного поля. Поле в магнетиках. Условия на границе двух магнетиков.
38. Виды магнетиков. Магнитомеханические явления. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Ферромагнетизм.
39. Электромагнитная индукция. Явление электромагнитной индукции.
40. Природа электромагнитной индукции.
41. Явление самоиндукции. Ток при замыкании и размыкании цепи. Взаимная индукция. Энергия магнитного поля.
42. Уравнения Максвелла. Ток смещения. Свойства уравнений Максвелла.
43. Электромагнитные колебания. Колебательный контур.

44. Свободные затухающие колебания. Вынужденные электрические колебания.
45. Получение незатухающих колебаний. Резонансная частота.
46. Электромагнитные волны. Волновое уравнение.
47. Вектор Умова-Пойтинга. Закон сохранения электромагнитного поля.
48. Излучение электромагнитных волн.
49. Природа электрического тока в металлах. Электрон и определение его заряда.
50. Природа носителей тока в металлах.
51. Классическая электронная теория проводимости Друде-Ленца. Законы Ома и Джоуля - Ленца в классической электронной теории.
52. Эффект Холла. Пределы применимости классической электронной теории металлов.
53. Электрический ток в полупроводниках.
54. Полупроводники и изоляторы.
55. Собственная электропроводность полупроводников.
56. Примесная электропроводность полупроводников.
57. Понятие об энергетических зонах.
58. Распределение Ферми-Дирака.
59. Электрический ток в жидкостях.
60. Электролиты. Электролиз и электролитическая диссоциация.
61. Законы Фарадея и элементарный заряд.
62. Скорость ионов и электропроводность электролитов. Технические применения электролиза.

### **Рекомендуемая литература**

#### **Перечень основной литературы:**

1. Калашников С.Г. Электричество. – М.: Физматлит, 2008
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.3. - М.: Физматлит МФТИ, 2005
3. Савельев И.В., Курс общей физики Т.2. - М.: КноРус, 2009
4. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм: Учебное пособие для студ. вузов; МГУ им. М.В. Ломоносова. - 2-е изд. - М: ОНИКС 21 век: Мир и Образование, 2005.
5. Иродов И.Е. Электромагнетизм. Основные законы. – М.: БИНОМ, 2006

#### **Перечень дополнительной литературы:**

1. Тамм И.Е Основы теории электричества. М.: Физматлит, 2003. – 616 с.
2. Парселл Э. Электричество и магнетизм. Учебное пособие. 3-е изд. СПб.: Лань, 2005. – 416 с.
3. Фейнман Р. и др. Фейнмановские лекции по физике. М: Едиториал УРСС, 2009. – 440 с.
4. Киттель Ч.. Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 1978.

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

1. Брандт Н.Н., Миронова Г. А., Салецкий А.М. электростатика в вопросах и задачах. Пособие по решению задач. – М.: Физический факультет МГУ, 2007, 296 с.
2. Бушон Г.Ф., Венгер Е.Ф. Методика преподавания общей физики в высшей школе. – Киев: «Освита Украины», 2009 г.
3. Самойленко П.И. Теория и методика обучения физике. -М.: Дрофа, 2010.
4. Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике – М.: Изд-во Физико-математической литературы, 2009.

#### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Кафедра и лаборатория физики Московского института открытого образования  
<http://fizkaf.narod.ru>



2. Информационные технологии в преподавании физики: сайт И.Я. Филипповой <http://ifilip.narod.ru>
3. Региональный центр открытого физического образования физического факультета СПбГУ <http://www.phys.spb.ru>
4. Естественно-научные эксперименты - Физика: Коллекция Российского общеобразовательного портала: <http://experiment.edu.ru>
5. Задачи по физике с решениями: <http://fizzzika.narod.ru>
6. Кабинет физики Санкт-Петербургской академии постдипломного педагогического образования: <http://www.edu.delfa.net>
7. Кафедра и лаборатория физики Московского института открытого образования: <http://fizkaf.narod.ru>
8. Мир физики: физический эксперимент: <http://demo.home.nov.ru>
9. Обучающие трехуровневые тесты по физике: сайт В.И. Регельмана: <http://www.physics-regelman.com>
10. Сервер кафедры общей физики физфака МГУ: физический практикум и демонстрации <http://genphys.phys.msu.ru>
11. Физика в анимациях: <http://physics.nad.ru>
12. Физика в Интернете: журнал-дайджест <http://fim.samara.ws>

**Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

***Информационные технологии:***

1. Комплект «Виртуальный практикум по физике + Приложение № 1 к виртуальному практикуму по физике + Приложение № 2 к виртуальному практикуму по физике»;

***Информационные справочные системы:***

1. «Открытая Физика 2.6» (часть 1 и часть 2);
2. «Физика колебаний». Лабораторный компьютерный практикум для ВУЗов.

***Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем:***

1. MATLAB Product Family;
2. Mathcad;