

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

*Васильев В.О.* Ф.И.О.

*25 мая* 2018г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Электричество и магнетизм**

*(наименование дисциплины)*

**Основной профессиональной образовательной программы**

**академического бакалавриата**

*(академического (ой)/прикладного (ой) бакалавриата/магистратуры)*

**03.03.02 «Физика»**

*(код и наименование направления подготовки/специальности)*

*(наименование профиля подготовки (при наличии))*

**Квалификация выпускника**

**бакалавр**

**Форма обучения**

**очная**

*(очная, заочная)*

МАГАС, 2018 г.

Составители рабочей программы

доцент, к.ф.-м. наук

(должность, уч. степень, звание)

(подпись)

Нальгиева М.А.

(Ф. И. О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры общей физики

Протокол заседания № 9 от « 6 » июня 2017 г.

Заведующий кафедрой



(подпись)

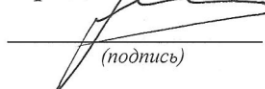
/ Горшкочева З.С./

(Ф. И. О.)

Рабочая программа одобрена учебно-методическим советом физико-математического факультета.

Протокол заседания № 4 от « 13 » июня 2017 г.

Председатель учебно-методического совета



(подпись)

/Хамхоев Б.М./

(Ф. И. О.)

## 1. Цель и задачи изучаемой дисциплины, ее место в учебном процессе

**Цель дисциплины** - формирование систематизированных знаний в области общей и экспериментальной физики.

**Основной задачей** изучения дисциплины, является задача научить студентов ориентироваться в вопросах, касающихся теории, эксперимента в электричестве и магнетизма. Подготовить студента к творческой работе в избранной специальности.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата:

Дисциплина «Электричество и магнетизм» относится к модулю «Общая физика» профессионального цикла (Б.1).

Для освоения дисциплины «Электричество и магнетизм» используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения предметов «Физика», «Математика» на предыдущем уровне образования, а также студентами в ходе изучения дисциплин: «Элементарная математика», «Основы физики», «Высшая математика». Освоение данной дисциплины является необходимой основой для изучения таких дисциплин, как «Электродинамика», «Атомная физика», «Теоретическая физика», «Астрофизика»,

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:  
научно-исследовательская деятельность:

способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1);

способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта (ПК-2);

научно-инновационная деятельность:

готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3);

способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин (ПК-4);

способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований (ПК-5);

организационно-управленческая деятельность:

способностью понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований (ПК-6);

способностью участвовать в подготовке и составлении научной документации по установленной форме (ПК-7);

**В результате изучения студент должен:**

**знать:**

- концептуальные и теоретические основы науки - физики, ее место в общей системе наук и ценностей; историю развития и становления физики, ее современное состояние;

**уметь:**

- планировать и осуществлять учебный и научный эксперимент, организовывать экспериментальную и исследовательскую деятельность; оценивать результаты эксперимента, готовить отчетные материалы о проведенной исследовательской работе;

- анализировать информацию по физике из различных источников с разных точек зрения, структурировать, оценивать, представлять в доступном для других виде;

- приобретать новые знания по физике, используя современные информационные и коммуникационные технологии;

**владеть:**

- методологией исследования в области физики.

### **Требования, предъявляемые к программе курса «Общая физика»**

Объем материала, указанного в программе, не может быть полностью изложен. Поэтому программа может быть выполнена лишь при полном и целесообразном использовании лекций, лабораторных, практических, семинарских занятий и времени для самостоятельной работы студентов. План курса лекций определяется лектором. Однако курс не может быть совокупностью обзорных лекций по отдельным проблемам, а должен представлять собой единое логически связанное изложение основного фундаментального материала программы. Этот материал должен быть изложен на лекциях с полным экспериментальным и математическим обоснованием, достаточно подробно и неторопливо. С остальным материалом студент должен быть ознакомлен на качественном описательном или даже понятийно-терминологическом уровне. Например, говоря о движении заряженных частиц в магнитных полях, нельзя избежать упоминания радиационных поясов Земли. Целесообразно в этом случае в течение нескольких минут описать движение электронов и их дрейф, приводящие к образованию радиационных поясов, и привести основные характеристики радиационных поясов. В других случаях необходимо ограничиться понятийно-терминологическим уровнем информации. Например. После того как студенты ознакомились с принципами работы лазеров и основными нелинейными оптическими эффектами, при изложении вопроса программы «Принцип работы параметрических генераторов и усилителей света» можно ограничиться разъяснением на понятийно-терминологическом уровне, почему соответствующие генераторы и усилители света называются параметрическими, но можно, конечно, и более подробно изложить этот вопрос. Эти примеры приведены для того, чтобы подчеркнуть отсутствие какого-либо однозначного соответствия между числом слов или строк, в которых формируется какой-либо вопрос программы, и временем, которое этому вопросу уделяется на лекциях или в других формах занятий. Одна фраза программы может соответствовать и двух часовой лекции и пятиминутному изложению вопроса на лекции. Программа написана достаточно подробно для того, чтобы облегчить над ней работу и не упустить из поля зрения вопросы, ознакомление с которыми в той или иной степени необходимо студенту в курсе общей физики.

На лекциях излагается не обязательно весь фундаментальный материал. Например, вопросы геометрической оптики сейчас обычно изучаются в рамках задач общего физического практикума и на семинарах. С другой стороны, на лекциях излагается не только фундаментальный материал, но и материал описательного и понятийно-терминологического уровня, примеры которого приведены выше.

Рабочие планы лекций, семинаров, общего физического практикума и другие аналогичные вопросы относятся к компетенции кафедры. Они зависят от конкретных условий. Допустимы также определенные вариации в уровне выполнения программы, обусловленные различным уровнем подготовки студентов первых курсов, уровнем технического оснащения учебного процесса и общих физических практикумов. Однако общие требования к выполнению программы являются единственными и обязательными.

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Оптика»

Виды занятий	Всего часов
Общая трудоёмкость	252
Аудиторные занятия	130
Лекции (Л)	38
Практические занятия (ПЗ)	54
Лабораторные занятия (ЛЗ)	36
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2
Самостоятельная работа (СР)	95
Промежуточная форма контроля (по ЛЗ) - зачет- 3сем.	
Итоговая форма контроля: экзамен- 3сем	27
Зачетные единицы	7

#### Разделы и темы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов и тем	Всего часов	Л	ПЗ	ЛЗ	КСР	СР	Экзамен	Формируемые компет
Модуль 1. Электричество - Введение - Постоянное электрическое поле - Постоянный электрический ток - Электропроводность - Электрические явления в контактах - Электролиты - Электропроводность газов - Промежуточная аттестация	121 (3.36)	24 (0.67)	24 (0.67)	24 (0.67)	1 (0.03)	50 (1.39)		ОК-6, ОК-7, ОК-8, ОК-9, ПК-1, ПК-3, ПК-4 ПК-6, ПК-7 ПК-11
Модуль 2. Электромагнетизм - Стационарное магнитное поле - Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла - Колебания и волны -Итоговая аттестация	95 (2.64)	14 (0.39)	14 (0.39)	14 (0.39)	1 (0.03)	50 (1.39)		ОК-6, ОК-7, ОК-8, ОК-9, ПК-1 ПК-4, ПК-8 ПК-11
Экзамен							36 (1)	
ИТОГО	252 (7)	38 (1.05)	38 (0.5)	38 (1.05)	2 (0.11)	100 (2.77)	36 (1)	

# СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

## Модуль 1

### ТЕМА 1. Введение:

Электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Электрическое поле. Напряженность поля. Линии напряженности. Общая характеристика электромагнитного поля.

### ТЕМА 2. Постоянное электрическое поле

Электростатика. Закон Кулона. Экспериментальная проверка закона Кулона.

Силовые линии: Принцип суперпозиции электрических полей. Электрический диполь. Теорема Гаусса для электростатического поля. Применения теоремы Гаусса. Дифференциальная форма электростатической теоремы Гаусса.

Электрическое поле: Проводники в электрическом поле. Зависимость поверхностной плотности зарядов от кривизны поверхности. Стеkanie зарядов с проводника. Металлический экран. Электрическое поле в диэлектриках. Количественная характеристика поляризации диэлектриков. Вектор электрического смещения. Теорема Гаусса для диэлектриков. Условия на границе двух диэлектриков. Поле равномерно поляризованного шара. Сегнетоэлектрики. Прямой и обратный пьезоэлектрический эффект.

Работа сил электрического поля: Потенциал электростатического поля. Циркуляция вектора напряженности. Скалярный потенциал. Емкость проводников. Потенциал точечного заряда, системы точечных зарядов и непрерывно распределенных зарядов. Электрический зонд. Электрическое поле Земли. Конденсаторы. Емкость проводников и конденсаторов. Соединение конденсаторов.

Энергия электрического поля: Энергия системы зарядов. Энергии заряженного проводника, заряженного конденсатора, электрического поля. Свободная энергия. Объемная плотность энергии электрического поля. Энергия поля поверхностных зарядов. Энергия диполя во внешнем поле.

### ТЕМА 3. Постоянный электрический ток

Постоянный электрический ток. Плотность тока. Закон Ома. Сопротивление проводников. Удельное сопротивление. Зависимость сопротивления проводника от температуры. Работа и мощность тока. Закон Джоуля – Ленца. Дифференциальная формула Джоуля-Ленца. Электродвижущая сила. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа. Токи в сплошной среде.

### ТЕМА 4. Электропроводность

Электропроводность металлов. Природа носителей тока в металлах.

Понятие о зонной теории твердого тела: Расщепление энергетического уровня и образование зон. Энергетические зоны металлов, полупроводников и изоляторов. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Зависимость проводимости от температуры. Подвижность электронов. Сверхпроводимость.

Термоэлектронная эмиссия: Работа выхода электрона из металла. Ток насыщения. Уровень Ферми. Формула Ричардсона-Дешмана. Закон трех вторых Ленгмюра. Электронные лампы и их применение.

### ТЕМА 5. Электрические явления в контактах

Контактная разность потенциалов. Внутренняя и внешняя контактная разность потенциалов. Термоэлектрический ток. Термоэлектродвижущая сила. Термопара. Эффект Пельтье, Зеебека. Термодинамика термоэлектрических явлений. Эффект Томсона. Выпрямляющее действие контактов полупроводников.

## Модуль 2

### ТЕМА 6. Электролиты

Электролиз и электролитическая диссоциация. Степень диссоциации. Законы электролиза Фарадея. Электрическая проводимость электролитов. Гальванические элементы и аккумуляторы.

#### **ТЕМА 7. Электропроводность газов**

Ионизация и рекомбинация. Ионная лавина. Самостоятельный и несамостоятельный разряды газа. Тлеющий, искровой, коронный, дуговой газы. Плазма.

#### **ТЕМА 8. Стационарное магнитное поле**

Магнитостатическое поле в вакууме: Магнитное поле в вакууме. Сила Лоренца. Закон взаимодействия элементов тока. Контур с током во внешнем однородном магнитном поле. Магнитный момент. Закон Био-Савара–Лапласа. Магнитные поля прямого и кругового проводников с током. Магнитное поле на оси соленоида. Магнитный поток. Теорема Гаусса для магнитного поля в вакууме. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля в вакууме. Применение основных теорем к расчету магнитных полей.

Магнитное поле в веществе: Магнетизм вещества. Спин электрона. Вектор намагничивания. Теорема о циркуляции магнитного поля в веществе. Напряженность магнитного поля на границе раздела двух магнетиков. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость. Работа при перемещении проводника с током в магнитном поле.

Электромагнитная индукция: Явление электромагнитной индукции. Причины возникновения ЭДС индукции. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Токи Фуко. Явление самоиндукции и взаимной индукции. Токи при замыкании и размыкании цепи. Энергия проводника с током. Энергия магнитного поля.

Магнитные свойства вещества: Классификация магнетиков. Природа молекулярных токов. Ферромагнетизм. Основная кривая намагниченности. Гистерезис. Петля гистерезиса. Магнитная проницаемость ферромагнетиков. Зависимость магнитных свойств ферромагнетиков от температуры. Природа ферромагнетиков и объяснение их свойств. Объяснение парамагнетизма. Объяснение диамагнетизма. Гиромагнитные явления. Сверхпроводники и их магнитные свойства.

Движение заряженных частиц в магнитном поле: Движение в постоянных и однородных полях. Дрейф заряженной частицы в неоднородном магнитном поле. Определение удельного заряда частицы.

#### **ТЕМА 9. Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла**

Вихревое электрическое поле. Вихревые токи. Трансформатор. Векторные диаграммы простейших случаев работы трансформатора. Вытеснение переменного тока (скин-эффект). Бетатрон. Ток смещения. Уравнения Максвелла. Электромагнитное поле в движущихся средах. Энергия и поток энергии.

#### **ТЕМА 10. Колебания и волны.**

Электрические колебания: Колебательный контур. Свободные колебания гармонического осциллятора. Гармонические колебания. Затухающие колебания. Логарифмический декремент затухания. Векторная диаграмма. Метод комплексных переменных. Вынужденные колебания затухающего осциллятора. Добротность колебательного контура. Резонансная кривая.

Цепи квазистационарного переменного тока: Закон Ома для переменных токов. Цепь с источником переменных сторонних ЭДС, сопротивлением, емкостью, индуктивностью. Импеданс. Резонанс напряжений в цепи переменного тока. Правила Кирхгофа для переменных токов. Резонанс токов. Работа и мощность переменных токов. Биения. Автоколебания.

Электромагнитные волны: Существование электромагнитных волн. Волновое уравнение для плоской электромагнитной волны. Свойства плоской гармонической электромагнитной волны. Стоячие волны. Энергия электромагнитной волны. Вектор Пойтинга.

## ПЛАН ЛЕКЦИЙ

### 3-ий семестр

1. Введение. Закон сохранения электрического заряда. Электрическое поле. Напряженность поля. Линии напряженности.
2. Постоянное электрическое поле. Закон Кулона. Принцип суперпозиции электрических полей. Электрический диполь. Теорема Гаусса.
3. Дифференциальная форма электростатической теоремы Гаусса. Проводники в электрическом поле. Электрическое поле в диэлектриках. Количественная характеристика поляризации диэлектриков.
4. Вектор электрического смещения. Теорема Гаусса для диэлектриков. Условия на границе двух диэлектриков. Сегнетоэлектрики. Прямой и обратный пьезоэлектрический эффект.
5. Работа сил электрического поля. Потенциал электростатического поля. Скалярный потенциал. Электроемкость проводников.
6. Конденсаторы. Емкость конденсатора. Соединение конденсаторов. Энергия системы зарядов. Энергии заряженного проводника, заряженного конденсатора, электрического поля.
7. Постоянный электрический ток. Плотность тока. Закон Ома. Сопротивление проводников. Удельное сопротивление. Зависимость сопротивления проводника от температуры.
8. Работа и мощность тока. Закон Джоуля – Ленца. Электродвижущая сила. Закон Ома для неоднородного участка цепи.
9. Электропроводность металлов. Природа носителей тока в металлах. Зонная теория твердого тела. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Контактная разность потенциалов. Термоэлектродвижущая сила.
10. Электролиз и электролитическая диссоциация. Степень диссоциации. Законы электролиза Фарадея. Электрическая проводимость электролитов.
11. Ионизация и рекомбинация. Ионная лавина. Самостоятельный и несамостоятельный разряды газа.
12. Магнитное поле в вакууме. Сила Лоренца. Закон взаимодействия элементов тока. Контур с током во внешнем однородном магнитном поле. Магнитный момент. Закон Био-Савара–Лапласа.
13. Магнитные поля прямого и кругового проводников с током. Магнитный поток. Теорема Гаусса для магнитного поля в вакууме. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля в вакууме.
14. Магнетизм вещества. Спин электрона. Вектор намагничивания. Напряженность магнитного поля на границе раздела двух магнетиков. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость.
15. Явление электромагнитной индукции. Причины возникновения ЭДС индукции. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Явление самоиндукции и взаимной индукции. Токи при замыкании и размыкании цепи.
16. Энергия проводника с током. Энергия магнитного поля. Ток смещения. Уравнения Максвелла. Электромагнитное поле в движущихся средах. Энергия и поток энергии.
17. Колебательный контур. Гармонические колебания. Затухающие колебания. Векторная диаграмма. Метод комплексных переменных. Вынужденные колебания затухающего осциллятора.
18. Закон Ома для переменных токов. Цепь с источником переменных сторонних ЭДС, сопротивлением, емкостью, индуктивностью. Импеданс. Резонанс напряжений в цепи переменного тока. Резонанс токов.
19. Существование электромагнитных волн. Волновое уравнение для плоской электромагнитной волны. Свойства плоской гармонической электромагнитной волны.



## ПРОГРАММА ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА по курсу «ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ»

Общий физический практикум занимает важное место в общей системе университетской подготовки бакалавров–физиков. Будучи неотъемлемой частью курса общей физики, практикум играет главную роль в ознакомлении студентов с экспериментальными основами фундаментальных физических законов и явлений и в привитии им навыков самостоятельной постановки и проведения современного физического эксперимента. Главными задачами практикума для студентов являются:

- научиться применять теоретический материал программных курсов к анализу конкретных физических ситуаций. Научиться измерять важнейшие физические константы и величины, ознакомиться с последними достижениями современной физики в точности их определения.

- ознакомиться с современными приборами и другой измерительной аппаратурой, изучить принципы их действия, получить общие сведения об областях их применения, сложности проведения измерений, точности получаемых величин и источниках вероятных ошибок.

- получить практические навыки в обращении с измерительной аппаратурой и экспериментальными установками. Ознакомиться с правилами техники безопасности при проведении экспериментальных исследований.

- научиться применять современные методы статистической обработки экспериментальных результатов, в том числе с применением ЭВМ, овладеть культурой записи полученной информации, правильным представлением полученных результатов в виде графиков, схем, таблиц

- ознакомиться с основными принципами автоматизации физического эксперимента.

В соответствии с сформулированными требованиями формулируются лабораторные работы и описания к ним. Последние содержат, как правило, три части: краткая теория исследуемого явления со ссылкой на доступные литературные источники: описание экспериментальной установки с изложением требований техники безопасности и описания отдельных упражнений с указанием формы представляемого отчета.

### Электричество и Электромагнетизм

**Электростатика и диэлектрики.** Изучение электростатического поля. Проводники в электрическом поле. Измерение заряда, емкости, разности потенциалов различными методами. Измерение диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь различными методами. Изучение дипольного момента молекул. Пьезоэффект. Сегнетоэлектрики. Изучение зависимости диэлектрической проницаемости от напряжения электростатического поля и температуры.

**Постоянный ток.** Измерение сопротивлений, величины тока, напряжения ЭДС, мощности. Изучение амперметра, вольтметра, ватт-метра. Принцип компенсационных измерений. Потенциометры и мосты постоянного тока.

**Полупроводники.** Изучение  $p-n$  перехода. Полупроводниковый диод. Транзистор. Тиристор.

**Магнитное поле тока и электромагнитная индукция.** Методы создания магнитного поля и измерение его индукции различными методами. Топология магнитного поля постоянного магнита, колец Гельмгольца. Электромагниты. Изучение магнитоэлектрического гальванометра. Эффект Холла.

**Магнитные материалы.** Измерение магнитной индукции в ферромагнетике. Изучение влияния геометрической формы тела и температуры на магнитную восприимчивость и петлю гистерезиса ферромагнетика. Определение температуры Кюри. Изучение доменной структуры тонких магнитных пленок. Ларморова прецессия.

**Электронная эмиссия и законы движения заряженных частиц в электрических и магнитных полях.** Определение работы выхода электронов. Проверка закона Богуславского

– Ленгмюра и определение удельного заряда электрона. Изучение работы вакуумных электронных ламп (пентода). Электроннолучевая трубка, осциллограф.

**Переменные токи.** Мосты переменного тока. Анализ фазовых и амплитудных соотношений. Изучение цепей переменного тока,  $RLC$  – цепочки, двойной  $T$ - мост, фазовращатель, фильтры. Резонансы

в цепях переменного тока. Переходные процессы.

### **Перечень лабораторных работ по курсу «Электричество и Электромагнетизм»**

1. Изучение электроизмерительных приборов.
2. Изучение свойств сегнетоэлектриков.
3. Изучение магнитного поля соленоида с помощью датчика Холла.
4. Изучение явления взаимной индукции.
5. Определение работы выхода электронов из металла.
6. Изучение гистерезиса ферромагнитных материалов.
7. Изучение процессов зарядки и разрядки конденсатора.
8. Изучение электрических процессов в простых линейных цепях при действии гармонической электродвижущей силы.
9. Исследование затухающих колебаний в колебательном контуре.
10. Изучение вынужденных колебаний в колебательном контуре.
11. Изучение электрических колебаний в связанных контурах

### **РЕКОМЕНДУЕМОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ по курсу «ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ»**

#### ***Электростатика***

**Занятие 1. Закон Кулона. Напряженность электростатического поля. Теорема Остроградского-Гаусса. Потенциал. Работа в электростатическом поле.**

1. Закон Кулона.
2. Напряженность электростатического поля. Принцип суперпозиции для напряженности.
3. Теорема Остроградского-Гаусса для вектора напряженности электрического поля в вакууме
4. Применение теоремы Остроградского-Гаусса для расчета полей симметрично заряженных тел.
5. Напряженность электрического поля точечного заряда, заряженной сферы, цилиндра, плоскости.
6. Потенциал электростатического поля, потенциал точечного заряда, заряженной сферы.
7. Связь потенциала с напряженностью.
8. Работа по перемещению точечного заряда.
9. Теорема о циркуляции вектора  $\vec{E}$ .

**Занятие 2. Конденсаторы. Энергия электрического поля. Постоянный электрический ток и его законы.**

1. Емкость уединенного проводника, металлической сферы, плоского конденсатора.
2. Соединение конденсаторов.
3. Энергия заряженного проводника, конденсатора. Объемная плотность энергии электрического поля.

4. Электрический ток. Плотность тока и его связь с параметрами носителей заряда.
5. Закон Ома для однородного участка цепи, для замкнутой цепи.
6. Закон Джоуля-Ленца. Работа и мощность тока.
7. Правила Кирхгофа и их применение к расчету сложных цепей постоянного тока.

**Занятие 3. Магнитное поле постоянного тока. Движение заряда в статических электрическом и магнитном полях.**

1. Связь магнитной индукции с напряженностью магнитного поля.
2. Закон Био-Савара-Лапласа.
3. Магнитная индукция в центре кругового и прямого тока.
4. Принцип суперпозиции.
5. Магнитное поле создаваемое движущимся зарядом.
6. Движение заряда в однородном магнитном поле.
7. Закон Ампера.
8. Сила взаимодействия двух прямых параллельных проводников с током.
9. Закон Лоренца.

**Занятие 4. Контур с током в магнитном поле. Работа, совершаемая при перемещении проводника и контура с током в магнитном поле.**

1. Магнитный момент контура с током.
2. Магнитный момент вращающегося заряженного тела.
3. Механический момент, действующий на контур с током, помещенный в однородное магнитное поле.
4. Потенциальная энергия контура стоком в магнитном поле.
5. Работа перемещения проводника и контура с током в магнитном поле.
6. Контур с током в неоднородном магнитном поле.

**Занятие 5. Контрольная работа.**

**Занятие 6. Применение теоремы о циркуляции к расчету магнитных полей тороида и соленоида. Магнитное поле в веществе. Явление электромагнитной индукции.**

1. Магнитное поле безграничной плоскости, по которой течет ток.
2. Магнитное поле тороида и соленоида без сердечника.
3. Магнитное поле тороида с ферромагнитным сердечником.
4. Работа перемещения проводника с током в магнитном поле.
5. Закон электромагнитной индукции.
6. Разность потенциалов на концах проводника, движущегося в магнитном поле.
7. ЭДС индукции во вращающейся рамке.
8. Количество электричества, протекающего в контуре при изменении магнитного поля.
9. ЭДС самоиндукции.

**Занятие 7. Цепь с индуктивностью. Энергия магнитного поля. Электромагнитные колебания и волны.**

1. Токи замыкания и размыкания в цепи с индуктивностью.
2. Энергия магнитного поля витка стоком.
3. Энергия магнитного поля катушки индуктивности с ферромагнетиком. Объемная плотность энергии соленоида.
4. Идеальный колебательный контур. Добротность колебательной системы.
5. Резонансные явления в колебательном контуре.
6. Сложение колебаний одного направления. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний
7. Продольные и поперечные волны.
8. Скорость распространения. Частота, длина волны, волновой вектор

9. Электромагнитные волны в вакууме и диэлектрике.

#### **Занятие 8. Переменный электрический ток.**

1. Квазистационарные токи.
2. Активное, реактивное и полное сопротивление цепи переменного тока.
3. Фазовые соотношения между током и напряжением в элементах цепи.
4. Действующие значения тока и напряжения.
5. Работа и мощность переменного тока

#### **Занятие 9. Контрольная работа. Зачет.**

### **ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ СЕМИНАРОВ по курсу «ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ»**

1. Электростатика.
2. Постоянный электрический ток.
3. Магнитное поле.
4. Статические поля в веществе.
5. Уравнения Максвелла.
6. Принцип относительности в электродинамике.

#### **Организация самостоятельной работы студентов (СРС)**

Для получения глубоких и прочных знаний, твёрдых навыков и умений, необходима систематическая самостоятельная работа студента.

В рабочей программе предусмотрена самостоятельная работа для проработки лекционного (теоретического) материала при подготовке к контрольным мероприятиям (в частности к тестированию).

#### **Вопросы для самостоятельной работы.**

1. Экспериментальная проверка закона Кулона.
2. Применения теоремы Гаусса.
3. Зависимость поверхностной плотности зарядов от кривизны поверхности.
4. Стеkanie зарядов с проводника. Металлический экран.
5. Поле равномерно поляризованного шара.
6. Потенциал точечного заряда, системы точечных зарядов и непрерывно распределенных зарядов.
7. Электрический зонд. Электрическое поле Земли.
8. Свободная энергия. Объемная плотность энергии электрического поля.
9. Энергия поля поверхностных зарядов. Энергия диполя во внешнем поле.
10. Токи в сплошной среде.
11. Электронные лампы и их применение.
12. Выпрямляющее действие контактов полупроводников.
13. Термопара.
14. Гальванические элементы и аккумуляторы.
15. Тлеющий, искровой, коронный, дуговой газоразряды. Плазма.
16. Магнитное поле на оси соленоида.
17. Применение основных теорем к расчету магнитных полей.
18. Теорема о циркуляции магнитного поля в веществе.
19. Работа при перемещении проводника с током в магнитном поле.
20. Токи Фуко.
21. Гиромагнитные явления.
22. Сверхпроводники и их магнитные свойства.
23. Дрейф заряженной частицы в неоднородном магнитном поле.
24. Определение удельного заряда частицы.

25. Работа и мощность переменных токов. Биения. Автоколебания.
26. Стоячие волны.
27. Энергия электромагнитной волны. Вектор Пойтинга.

**10. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

**ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ,  
ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ И ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ**

**Модуль 1. Электричество**

1. Какие фундаментальные свойства присущи электрическому заряду? Сформулируйте закон сохранения заряда.
2. В каких единицах измеряется электрический заряд? Чему равен элементарный заряд?
3. Какому закону подчиняется сила взаимодействия точечных зарядов? Какие утверждения содержит закон Кулона?
4. Получите численное значение и единицу электрической постоянной  $\epsilon_0$ .
5. Как рассчитывается сила взаимодействия точечного заряда и зарядов, распределенных на телах конечных размеров?
6. Можно ли воспользоваться законом Кулона при расчете силы взаимодействия двух заряженных тел сферической формы?
7. Что является источником электрического поля? Как обнаруживается и исследуется электрическое поле?
8. Дайте определение напряженности электрического поля. В каких единицах измеряется напряженность?
9. Напишите формулу для напряженности  $E$  точечного заряда  $q$ . Изобразите график зависимости  $E(r)$ , где  $r$  – расстояние от точечного заряда до точки поля, в которой определяется напряженность.
10. Каково содержание принципа суперпозиции электрических полей?
11. Как рассчитать напряженность поля заданного распределения точечных электрических зарядов?
12. Сформулируйте и запишите теорему Остроградского – Гаусса.
13. Получите выражение для напряженности  $E$  однородно заряженной бесконечной плоскости с поверхностной плотностью заряда  $\sigma$ .
14. Получите выражение для напряженности  $E$  однородно заряженной сферы, цилиндра.
15. Напишите теорему Остроградского-Гаусса в дифференциальной форме.
16. Дайте определение потенциала. Напишите выражение для потенциала: а) точечного заряда; б) системы точечных зарядов.
17. Как выражается работа по перемещению заряда в электростатическом поле: а) через напряженность поля; б) через разность потенциалов?
18. Покажите, что в общем случае потенциал и напряженность электростатического поля связаны соотношением  $\vec{E} = -\nabla\varphi$ .
19. Что называется силовой линией электростатического поля?
20. Что называется эквипотенциальной поверхностью? Покажите, что линии напряженности ортогональны эквипотенциальным поверхностям.
21. Чему равна потенциальная энергия системы точечных зарядов?
22. Докажите, что в электростатическом поле циркуляция вектора напряженности по произвольному замкнутому контуру равна нулю.
23. Напишите условие потенциальности электростатического поля в дифференциальной форме.
24. Какова напряженность поля внутри проводника, находящегося в электростатическом поле напряженностью  $E$ ?

25. Почему при внесении незаряженного проводника в электрическое поле последнее искажается?
26. В чем суть электростатической защиты?
27. Докажите, что напряженность электростатического поля вблизи проводника перпендикулярна к его поверхности и равна  $E = \sigma/\epsilon_0$ .
28. Что называется емкостью уединенного проводника? От чего она зависит?
29. В каких единицах измеряется емкость?
30. Что представляет собой конденсатор?
31. Напишите выражения для емкости плоского, цилиндрического и сферического конденсаторов.
32. Как изменится емкость плоского конденсатора, если между его пластинами поместить: а) слой металла, заполняющего половину пространства между пластинами; б) той же толщины слой диэлектрика?
33. Для чего применяются соединения конденсаторов в батарее? Чему равняется емкость параллельно, последовательно соединенных конденсаторов?
34. Напишите выражения для энергии заряженного проводника, заряженного конденсатора.
35. Получите выражение для емкости плоского конденсатора.
36. Получите выражение для емкости уединенного металлического шара, помещенного в безграничный однородный диэлектрик.
37. Получите выражение для емкости сферического конденсатора, цилиндрического конденсатора.
38. Что является носителем энергии – заряды или поле? Напишите выражения для энергии притяжения пластин плоского конденсатора.
39. Получите выражение для силы притяжения пластин плоского конденсатора.
40. Что называют электрическим моментом диполя? Когда диполь можно считать точечным?
41. Получите выражение для напряженности поля  $E$ , создаваемой диполем
42. Получите соотношение для потенциала диполя. Чему равен механический момент пары сил, действующих на диполь, помещенный в электрическое поле? К чему приводит действие этого момента?
43. Запишите соотношение для силы, действующей на диполь в неоднородном электрическом поле. Когда диполь движется по градиенту поля, а когда против?
44. Напишите выражение для потенциальной энергии диполя в поле.
45. Что называется вектором поляризованности? В каких единицах измеряется поляризованность?
46. В чем заключается физический смысл вектора поляризованности?
47. Опишите процесс поляризации изотропных диэлектриков. Что называется диэлектрической восприимчивостью диэлектрика?
48. Зачем вводится вектор электрического смещения  $\vec{D}$ ? Каков физический смысл относительной диэлектрической проницаемости? Как она связана с диэлектрической восприимчивостью?
49. Напишите соотношения между нормальными и тангенциальными составляющими (по отношению к поверхности раздела двух диэлектриков) векторов  $\vec{D}$  и  $\vec{E}$ .
50. Почему закон преломления линий электрического смещения на границе раздела двух диэлектриков:  $\operatorname{tg} \alpha / \operatorname{tg} \beta = \epsilon_1 / \epsilon_2$ , где  $\alpha$  и  $\beta$  - углы между нормалью к поверхности раздела диэлектриков и линиями электрического смещения. Считать, что сторонних зарядов на поверхности раздела нет.

## Модуль 2. Электромагнетизм

1. Что такое вектор магнитной индукции? Как он направлен?
2. Перечислите источники магнитного поля. Можно ли неподвижный в некоторой системе отсчета заряд возбуждать в этой же системе отсчета магнитное поле?
3. Каким образом учитывается характер движения носителей тока в проводнике при выводе закона Био-Савара-Лапласа?
4. Для чего нужен принцип суперпозиции при выводе закона Био-Савара-Лапласа?
5. Нарисуйте. Как направлены векторы, входящие в формулу для магнитного поля движущегося заряда и в закон Био-Савара-Лапласа.
6. Можно ли применить закон Био-Савара-Лапласа для расчета магнитного поля бесконечной прямолинейной проводящей ленты с током, который равномерно распределен по конечной ширине этой ленты? Как это сделать?
7. Чему равна величина индукции магнитного поля в точке, лежащей на продолжении прямолинейного отрезка проводника с током и удаленной от конца проводника на произвольное расстояние?
8. Запишите формулу для величины магнитного поля  $d\vec{B}$  от элемента тока  $I dl$  в центре кругового тока.
9. Как рассчитать величину магнитной индукции проводника с током  $I$  в форме полукруга на его оси?
10. Дайте определение циркуляции векторного поля  $\vec{B}$  по замкнутому контуру  $L$ .
11. Найдите циркуляцию вектора магнитной индукции вдоль силовой линии бесконечно длинного прямолинейного провода, по которому течет ток  $I$ .
12. Запишите теорему о циркуляции вектора  $\vec{B}$  в дифференциальной и интегральной формах.
13. Когда циркуляция вектора  $\vec{B}$  по замкнутому контуру равна нулю?
14. Является ли магнитное поле потенциальным?
15. Нарисуйте силовые линии вектора магнитной индукции соленоида конечной длины.
16. Как доказать, что поле бесконечно длинного соленоида вне соленоида равно нулю?
17. Найдите циркуляцию вектора магнитной индукции  $\vec{B}$  по окружности, лежащей в плоскости тороида, центр которой совпадает с центром тороида. Число витков тороида равно  $N$ , ток  $I$ . Чему равна эта циркуляция в случае, когда окружность находится внутри соленоида и когда она вне его?
18. Сформулируйте закон Ампера. Показать, как направлены векторы, входящие в выражение для силы Ампера.
19. Как объяснить действие силы Ампера на проводник с током в магнитном поле, исходя из электронной теории, рассмотрев движение отдельного электрона в этом поле?
20. В каком случае поток вектора магнитной индукции  $\vec{B}$  через элементарную площадку  $dS$  положителен, а в каком отрицателен?
21. Сформулировать теорему Гаусса. Записать её в интегральной и дифференциальной формах. Выражением какого фундаментального свойства магнитного поля она является?
22. Какое векторное поле называют соленоидальным (вихревым)? Записать условие соленоидальности как в интегральной, так и в дифференциальной формах.
23. Какое поле (электрическое или магнитное) является потенциальным? Какое из этих полей соленоидально? Дивергенция от вектора какого поля равна нулю? Для какого поля ротор от вектора этого поля равен нулю?
24. В каком положении замкнутого контура с током силы, действующие на него, лишь растягивают этот контур? Устойчиво ли это положение?

25. В каком положении рамки с током в магнитном поле относительно вектора магнитной индукции механический момент, действующий на рамку с током, максимален и минимален?
26. Почему в магнитном поле над проводником стоком совершается работа?
27. Зависит ли работа сил поля над конечным отрезком проводника с током от способа перемещения этого проводника из начального в конечное положение?
28. Можно ли однозначно ввести потенциальную энергию для отрезка проводника с током в магнитном поле точно также, как для замкнутого контура с током?
29. Контур с током находится в магнитном поле. В каком случае его потенциальная энергия положительна, когда направление тока в контуре составляет правовинтовую систему с направлением вектора магнитной индукции или левовинтовую систему?
30. Контур с током свободно ориентируется в однородном магнитном поле, принимая устойчивое положение. Какова его потенциальная энергия в этом положении? Как направлен магнитный момент этого контура относительно вектора магнитной индукции? Как направлен ток в контуре относительно вектора магнитной индукции?
31. Как направлен вектор результирующей силы, действующей на виток с током в неоднородном магнитном поле аксиальной симметрии, если ось витка совпадает с осью этой симметрии?
32. Что такое микро- и макротоки? Какова природа молекулярного тока?
33. Написать гиромантическое отношение для орбитальных магнитного и механического моментов электрона и гиромантическое отношение для собственных спинового магнитного момента электрона и его механического момента.
34. Что такое магнетон Бора?
35. Пояснить природу токов в правых частях теоремы о циркуляции для векторов магнитной индукции и намагничивания.
36. Написать закон преломления для силовых линий магнитной индукции. Где наблюдается сгущение этих линий: в области с большей или меньшей относительной магнитной проницаемостью?
37. Объяснить процесс намагничивания парамагнетиков. Как изменяется намагниченность парамагнетика с ростом температуры?
38. Объяснить, в чём заключается явление диамагнетизма?
39. Написать уравнение движения электронной орбиты в магнитном поле. С какой частотой вращается плоскость этой орбиты вокруг направления магнитного поля?
40. Почему у атомов диамагнетика во внешнем магнитном поле индуцируется магнитный момент? Как он направлен?
41. Объяснить диамагнетизм с точки зрения явления электромагнитной индукции.
42. Какие вещества называются ферромагнетиками? Нарисовать петлю гистерезиса и объяснить, что такое основная кривая намагничивания, частный цикл, максимальная петля намагничивания?
43. Что такое остаточная намагниченность, коэрцитивная сила?
44. Что такое домены? Объяснить процесс намагничивания ферромагнетиков.
45. Как ведут себя ферромагнетики с ростом температуры?
46. Сформулируйте сущность явления самоиндукции и дайте физическое объяснение явлению.
47. Как будет выглядеть выражение для ЭДС самоиндукции при наличии ферромагнетика?
48. Каков физический смысл коэффициента самоиндукции?
49. Выражение  $\Phi_c = IL$  справедливо для переменного или для постоянного тока?
50. Зависит ли индуктивность контура или катушки от силы тока для случаев: а) диамагнитной среды; б) парамагнитной среды; в) ферромагнитной среды; г) вакуума?
51. Какой соленоид можно считать длинным?
52. Какой тороид можно считать тонким?



53. Чему равна индукция магнитного поля внутри и снаружи бесконечно длинного соленоида и замкнутого тороида?
54. Как объяснить наличие реактивного сопротивления контура или катушки переменному току?
55. Назовите одно или несколько применений явления самоиндукции.
56. Что такое взаимная индукция и как определить ЭДС взаимной индукции?
57. Изобразите примеры схем с помощью которых реализуются токи включения и выключения цепи с индуктивностью?
58. Как физически объяснить постепенное нарастание и спад тока при включении и выключении соответственно источника постоянной ЭДС в цепи с индуктивностью.
59. Как найти энергию прямого проводника с током?
60. Изменяется ли энергия магнитного поля постоянного полоскового магнита: а) при введении его в замкнутый контур или катушку; б) при замыкании или размыкании контура или катушки с введенным магнитом?
61. Что такое аperiodический процесс?
62. Каковы условия протекания аperiodического процесса в механических колебательных системах и в колебательном контуре?
63. Объясните какие физические процессы определяют механизм работы колебательного контура?
64. Каков физический смысл добротности механической колебательной системы?
65. Запишите условие исчезновения резонанса при увеличении затухания.
66. В чём суть метода векторных диаграмм сложения колебаний?
67. Что такое когерентные колебания?
68. Что такое фигуры Лиссажу? Как и какие параметры складываемых колебаний можно по ним определить?
69. Что такое биения?
70. Каков физический смысл знака в уравнении волны перед  $kx$ ?
71. Каков физический смысл фазовой скорости?
72. При каких условиях образуются стоячие волны, что такое узлы и пучности стоячих волн?
73. Что такое поперечные и продольные волны? Приведите примеры.
74. Могут ли быть упругие волны поперечными, а электромагнитные волны продольными?
75. Имеется ли разница в происхождении световых волн и радиоволн?
76. Какие из перечисленных величин изменяются при переходе от электромагнитной волны в другую среду: частота, период, длина волны, волновое число?
77. Каков физический смысл плотности потока энергии?
78. Могут ли рассматриваться отдельно электрическая и магнитная составляющие электромагнитной волны?
79. Продолжится ли процесс распространения электромагнитной волны, если выключить её источник?

### Вопросы к коллоквиуму

1. Закон Кулона. Экспериментальная проверка закона Кулона.
2. Принцип суперпозиции электрических полей. Электрический диполь.
3. Теорема Гаусса для электростатического поля. Применения теоремы Гаусса.
4. Дифференциальная форма электростатической теоремы Гаусса.
5. Проводники в электрическом поле.
6. Зависимость поверхностной плотности зарядов от кривизны поверхности. Стеkanie зарядов с проводника. Металлический экран.
7. Электрическое поле в диэлектриках. Количественная характеристика поляризации диэлектриков. Вектор электрического смещения.

8. Теорема Гаусса для диэлектриков.
  9. Условия на границе двух диэлектриков. Поле равномерно поляризованного шара.
  10. Сегнетоэлектрики. Прямой и обратный пьезоэлектрический эффект.
  11. Потенциал электростатического поля. Циркуляция вектора напряженности. Скалярный потенциал.
  12. Емкость проводников. Потенциал точечного заряда, системы точечных зарядов и непрерывно распределенных зарядов.
  13. Электрический зонд. Электрическое поле Земли. Конденсаторы.
  14. Емкость проводников и конденсаторов. Соединение конденсаторов.
  15. Энергия системы зарядов. Энергии заряженного проводника, заряженного конденсатора, электрического поля.
  16. Свободная энергия. Объемная плотность энергии электрического поля.
  17. Энергия поля поверхностных зарядов. Энергия диполя во внешнем поле.
  18. Постоянный электрический ток. Плотность тока.
  19. Закон Ома. Сопротивление проводников. Удельное сопротивление. Зависимость сопротивления проводника от температуры.
  20. Работа и мощность тока. Закон Джоуля – Ленца. Дифференциальная формула Джоуля-Ленца.
  21. Электродвижущая сила. Закон Ома для неоднородного участка цепи.
  22. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа. Токи в сплошной среде.
  23. Электропроводность металлов. Природа носителей тока в металлах.
  24. Расщепление энергетического уровня и образование зон. Энергетические зоны металлов, полупроводников и изоляторов.
  25. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Зависимость проводимости от температуры.
  26. Подвижность электронов. Сверхпроводимость.
  27. Работа выхода электрона из металла. Ток насыщения. Уровень Ферми.
  28. Формула Ричардсона-Дешмана. Закон трех вторых Ленгмюра.
  29. Электронные лампы и их применение.
  30. Контактная разность потенциалов. Внутренняя и внешняя контактная разность потенциалов.
  31. Термоэлектрический ток. Термоэлектродвижущая сила. Термопара.
  32. Эффект Пельтье, Зеебека. Термодинамика термоэлектрических явлений.
  33. Эффект Томсона. Выпрямляющее действие контактов полупроводников.
  34. Электролиз и электролитическая диссоциация. Степень диссоциации. Законы электролиза Фарадея.
  35. Электрическая проводимость электролитов. Гальванические элементы и аккумуляторы.
  36. Ионизация и рекомбинация. Ионная лавина. Самостоятельный и несамостоятельный разряды газа.
  37. Тлеющий, искровой, коронный, дуговой газоразряды. Плазма.
- 
1. Магнитное поле в вакууме. Сила Лоренца. Закон взаимодействия элементов тока.
  2. Контур с током во внешнем однородном магнитном поле. Магнитный момент. Закон Био-Савара–Лапласа.
  3. Магнитные поля прямого и кругового проводников с током. Магнитное поле на оси соленоида.
  4. Эффект Холла.
  5. Магнитный поток. Теорема Гаусса для магнитного поля в вакууме.
  6. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля в вакууме.
  7. Применение основных теорем к расчету магнитных полей.
  8. Магнетизм вещества. Спин электрона. Вектор намагничивания.
  9. Теорема о циркуляции магнитного поля в веществе.
  10. Напряженность магнитного поля на границе раздела двух магнетиков.

11. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость. Работа при перемещении проводника с током в магнитном поле.
12. Явление электромагнитной индукции. Причины возникновения ЭДС индукции.
13. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца.
14. Токи Фуко. Явление самоиндукции и взаимной индукции.
15. Токи при замыкании и размыкании цепи.
16. Энергия проводника с током. Энергия магнитного поля.
17. Классификация магнетиков. Природа молекулярных токов.
18. Ферромагнетизм. Основная кривая намагниченности. Гистерезис. Петля гистерезиса.
19. Магнитная проницаемость ферромагнетиков. Зависимость магнитных свойств ферромагнетиков от температуры.
20. Природа ферромагнетиков и объяснение их свойств.
21. Объяснение парамагнетизма.
22. Объяснение диамагнетизма. Гиромагнитные явления.
23. Сверхпроводники и их магнитные свойства.
24. Движение в постоянных и однородных полях. Дрейф заряженной частицы в неоднородном магнитном поле. Определение удельного заряда частицы.
25. Вихревое электрическое поле. Вихревые токи. Трансформатор.
26. Векторные диаграммы простейших случаев работы трансформатора.
27. Вытеснение переменного тока (скин-эффект). Бетатрон.
28. Ток смещения. Уравнения Максвелла.
29. Электромагнитное поле в движущихся средах. Энергия и поток энергии.
30. Колебательный контур. Свободные колебания гармонического осциллятора.
31. Гармонические колебания. Затухающие колебания. Логарифмический декремент затухания.
32. Векторная диаграмма. Метод комплексных переменных.
33. Вынужденные колебания затухающего осциллятора. Добротность колебательного контура. Резонансная кривая.
34. Закон Ома для переменных токов.
35. Цепь с источником переменных сторонних ЭДС, сопротивлением, емкостью, индуктивностью.
36. Импеданс. Резонанс напряжений в цепи переменного тока.
37. Правила Кирхгофа для переменных токов. Резонанс токов.
38. Работа и мощность переменных токов.
39. Биения. Автоколебания.
40. Существование электромагнитных волн. Волновое уравнение для плоской электромагнитной волны.
41. Свойства плоской гармонической электромагнитной волны. Стоячие волны.
42. Энергия электромагнитной волны. Вектор Пойтинга.

### **Вопросы к экзамену ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ**

1. Закон Кулона. Принцип суперпозиции электрических полей. Электрический диполь.
2. Теорема Гаусса для электростатического поля. Дифференциальная форма электростатической теоремы Гаусса.
3. Проводники в электрическом поле.
4. Электрическое поле в диэлектриках. Вектор электрического смещения.
5. Теорема Гаусса для диэлектриков.
6. Условия на границе двух диэлектриков.
7. Сегнетоэлектрики. Прямой и обратный пьезоэлектрический эффект.

8. Потенциал электростатического поля. Циркуляция вектора напряженности. Скалярный потенциал.
9. Емкость проводников. Потенциал точечного заряда, системы точечных зарядов и непрерывно распределенных зарядов.
10. Конденсаторы. Емкость проводников и конденсаторов. Соединение конденсаторов.
11. Энергия системы зарядов. Энергии заряженного проводника, заряженного конденсатора, электрического поля.
12. Свободная энергия. Объемная плотность энергии электрического поля. Энергия поля поверхностных зарядов. Энергия диполя во внешнем поле.
13. Постоянный электрический ток. Плотность тока.
14. Закон Ома. Сопротивление проводников. Удельное сопротивление. Зависимость сопротивления проводника от температуры.
15. Работа и мощность тока.
16. Закон Джоуля – Ленца. Дифференциальная формула Джоуля-Ленца.
17. Электродвижущая сила. Закон Ома для неоднородного участка цепи.
18. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа.
19. Электропроводность металлов. Природа носителей тока в металлах.
20. Расщепление энергетического уровня и образование зон. Энергетические зоны металлов, полупроводников и изоляторов.
21. Собственная и примесная проводимость полупроводников.
22. Зависимость проводимости от температуры. Подвижность электронов. Сверхпроводимость.
23. Работа выхода электрона из металла. Ток насыщения. Уровень Ферми.
24. Формула Ричардсона-Дешмана. Закон трех вторых Ленгмюра. Электронные лампы и их применение.
25. Контактная разность потенциалов. Внутренняя и внешняя контактная разность потенциалов.
26. Термоэлектрический ток. Термоэлектродвижущая сила. Термопара.
27. Эффект Пельтье, Зеебека. Термодинамика термоэлектрических явлений.
28. Эффект Томсона. Выпрямляющее действие контактов полупроводников.
29. Электролиз и электролитическая диссоциация. Законы электролиза Фарадея. Электрическая проводимость электролитов.
30. Ионизация и рекомбинация. Ионная лавина. Самостоятельный и несамостоятельный разряды газа.
31. Тлеющий, искровой, коронный, дуговой газы. Плазма.
32. Магнитное поле в вакууме. Сила Лоренца. Закон взаимодействия элементов тока.
33. Контур с током во внешнем однородном магнитном поле. Магнитный момент. Закон Био-Савара–Лапласа.
34. Магнитные поля прямого и кругового проводников с током. Магнитное поле на оси соленоида.
35. Магнитный поток. Теорема Гаусса для магнитного поля в вакууме.
36. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля в вакууме.
37. Магнетизм вещества. Спин электрона. Вектор намагничивания.
38. Теорема о циркуляции магнитного поля в веществе. Напряженность магнитного поля на границе раздела двух магнетиков.
39. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость. Работа при перемещении проводника с током в магнитном поле.
40. Явление электромагнитной индукции. Причины возникновения ЭДС индукции.
41. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца.
42. Токи Фуко. Явление самоиндукции и взаимной индукции.
43. Токи при замыкании и размыкании цепи. Энергия проводника с током. Энергия магнитного поля.
44. Классификация магнетиков. Природа молекулярных токов.
45. Ферромагнетизм. Основная кривая намагниченности. Гистерезис.

46. Магнитная проницаемость ферромагнетиков. Зависимость магнитных свойств ферромагнетиков от температуры.
47. Объяснение парамагнетизма.
48. Объяснение диамагнетизма. Гиромагнитные явления.
49. Сверхпроводники и их магнитные свойства.
50. Движение в постоянных и однородных полях. Дрейф заряженной частицы в неоднородном магнитном поле.
51. Вихревое электрическое поле. Вихревые токи. Трансформатор.
52. Векторные диаграммы простейших случаев работы трансформатора.
53. Вытеснение переменного тока (скин-эффект). Бетатрон.
54. Ток смещения. Уравнения Максвелла.
55. Электромагнитное поле в движущихся средах. Энергия и поток энергии.
56. Колебательный контур. Свободные колебания гармонического осциллятора.
57. Гармонические колебания. Затухающие колебания. Логарифмический декремент затухания.
58. Векторная диаграмма. Метод комплексных переменных.
59. Вынужденные колебания затухающего осциллятора. Добротность колебательного контура. Резонансная кривая.
60. Закон Ома для переменных токов.
61. Цепь с источником переменных сторонних ЭДС, сопротивлением, емкостью, индуктивностью.
62. Импеданс. Резонанс напряжений в цепи переменного тока.
63. Правила Кирхгофа для переменных токов. Резонанс токов.
64. Работа и мощность переменных токов. Биения. Автоколебания.
65. Существование электромагнитных волн. Волновое уравнение для плоской электромагнитной волны.
66. Свойства плоской гармонической электромагнитной волны. Стоячие волны.
67. Энергия электромагнитной волны. Вектор Пойтинга.

**ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ КУРСОВЫХ РАБОТ**  
**по курсу**  
**«ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ»**

1. Измерение малых токов, напряжений и зарядов.
2. Магнитные цепи в технике.
3. Принцип действия индуксина.
4. Поле постоянного магнита.
5. Электронная пушка Пирса.
6. Измерение мощности в электрических цепях.
7. Магнитная подвеска транспортных средств.
8. Электрические токи в атмосфере, грозы.
9. Магнитные жидкости, их применение в технике.
10. Емкостный датчик механических перемещений.
11. Электромагнитные методы ускорения тел.
12. Индукционный метод ускорения.
13. Бесконтактные опоры, основанные на явлении сверхпроводимости.
14. Электростатический реактивный двигатель.
15. Принцип действия электромагнитных реактивных двигателей.
16. Электрическое и магнитное поля Земли.

**5.Образовательные технологии**

1. Приборы для измерения потенциала и заряда (электроскоп, электромметр, электростатический вольтметр).

2. Силовые линии электрического поля различных систем зарядов.
3. Исследование поля плазменным зондом или с помощью электропроводной бумаги (напряженность, эквипотенциальные поверхности).
4. Модели диэлектрика с полярными и неполярными молекулами.
5. Распределение зарядов и потенциала на поверхности проводника.
6. Поле вблизи поверхности проводника (силовые линии, истечение зарядов с острия, колесо Франклина).
7. Зависимость емкости конденсатора от его геометрических параметров и наличия диэлектрика.
8. Энергия заряженного конденсатора (свечение лампы, работа двигателя).
9. Падение потенциала вдоль проводника (однородного и неоднородного).
10. Зависимость сопротивления металлов, полупроводников и изоляторов (стекло) от температуры.
11. Тепловое действие тока; зависимость от параметров проводника; применение (нагревание цепочки металлов, модель плавкого предохранителя).
12. Взаимодействие параллельных токов.
13. Отклонение электронного пучка магнитным полем.
14. Опыты Эрстеда.
15. Магнитное поле различных конфигураций (опыт с железными опилками).
16. Закон Ампера.
17. Контур с током в однородном магнитном поле (момент сил, модель электродвигателя, измерение индукции магнитного поля).
18. Контур стоком в неоднородном магнитном поле (взаимодействие катушек).
19. Петля гистерезиса Ферромагнетика.
20. Точка Кюри.
21. Опыты Фарадея.
22. Закон электромагнитной индукции (проверка формулы).
23. Трансформатор Томсона (потокосцепление, работа трансформатора, тепловое и механическое действия индукционных токов).
24. Токи Фуко. Скин-эффект.
25. Закон самоиндукции (проверка формулы).
26. Переходные процессы в цепи с индуктивностью.
27. Энергия магнитного поля (свечение лампы за счет энергии, запасенной в индуктивности).
28. Индуктивность и емкость в цепи переменного тока. Фазовые и амплитудные соотношения.
29. Затухающие электромагнитные колебания.
30. Наблюдение и исследование резонанса в колебательном контуре.
31. Вихревое электрическое поле (опыты с трансформатором Тесла или электропроводной бумагой).
32. Круговая траектория электронов в магнитном поле.
33. Магнитная фокусировка.
34. Электронно-лучевые трубки с электростатическим и магнитным отклонением луча.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

#### **Основная**

1. А. Н. Матвеев. Электричество и магнетизм. Издательство «Лань», 2010.
2. С.Г. Калашников «Электричество». Издательство «ФИЗМАТЛИТ», М., 2008.
3. А. Б. Муравьев. Электричество и магнетизм. Лабораторный практикум. Часть 3. 2004.

4. Д.В. Сивухин. Общий курс физики «Электричество». Издательство «Наука», М., 2004, т. 3.
5. С.П. Стрелков и др. Сборник задач по общему курсу физики. Издательство «Наука», М., 2010.

#### **Дополнительная**

1. Б.М. Яворский, А.А. Детлаф. Курс физики». Издательство «Высшая школа», М., 2001.
2. И.В. Савельев Курс общей физики «Электричество и магнетизм». Издательство «Наука», М., 2001.
3. Б. В. Бондарев. Н.П. Калашников Курс общей физики Издательство «Юрайт», 2012

#### **Электронные ресурсы**

1. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics.htm>
2. <http://mat.net.ua/mat/index-fizika.htm>
3. [http://ph4s.ru/books\\_phys.html](http://ph4s.ru/books_phys.html)

#### **Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. ФПЭ – 02 – модуль
2. МТ - мультиметр
3. РО - Осциллограф
4. ФПЭ-04 – модуль
5. ФПЭ-ИП – источник питания
6. ФПЭ-05 – модуль
7. РQ - генератор звуковой частоты
8. ФПЭ-06 - модуль
9. ФПЭ – 07 – модуль
10. ФПЭ-08– модуль
11. ФПЭ - МЕ – магазин емкостей
12. ФПЭ - МС – магазин сопротивлений
13. ФПЭ – 09 – модуль
14. ФПЭ-10 – модуль
15. ФПЭ – 11 – модуль
16. ФПЭ-12 – модуль
17. ФПЭ – 13 - модуль
18. ФПЭ-20

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО с учетом рекомендаций и ПрООП ВПО по направлению и профилю подготовки Физика – 03.03.02.62

Автор – к.ф-м.н., доцент кафедры «Общая физика» Нальгиева М.А.  
Рецензент – к.ф-м.н., доцент кафедры «Общая физика» Торшхоева З.С.

Программа одобрено на заседании кафедры «Общая физика»  
от \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ года протокол № \_\_\_\_\_