

Министерство просвещения РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Глазовский государственный инженерно-педагогический университет  
имени В.Г. Короленко»

Утверждена  
на заседании ученого совета университета

«21» апреля 2025 г. протокол № 9  
Приказ № 45 от 21 апреля 2025 г.

Ректор Я.А. Чиговская-Назарова

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ОБЩАЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИКА.  
ЭЛЕКТРОДИНАМИКА**

Уровень основной профессиональной образовательной программы	Бакалавриат
Направление подготовки	44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Направленность (профиль)	Математика и Дополнительное образование (Физико-технологическое образование)
Форма обучения	Очная
Семестр(ы)	3

# 1. Цель и задачи изучения дисциплины

## 1.1. Цель и задачи изучения дисциплины

*Цель дисциплины* – формирование способности осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки по электродинамике при решении профессиональных задач.

*Задачи дисциплины:*

- 1) сформировать у студентов навыки поиска, анализа и систематизации информации по электродинамике с использованием научной и учебной литературы, информационных баз данных;
- 2) сформировать базовый понятийный аппарат, необходимый для понимания и дальнейшего изучения общей, экспериментальной и теоретической физики;
- 3) изучить основные физические явления и теории электродинамики, научиться объяснять электромагнитные явления;
- 4) познакомить с фундаментальными экспериментами, устанавливающими закономерности электромагнитных явлений;
- 5) обеспечить усвоение основных законов электродинамики и истории их открытия;
- 6) сформировать основы метода научного познания;
- 7) развить навыки работы с учебным оборудованием для лабораторного и демонстрационного учебного эксперимента по электродинамике;
- 8) обеспечить овладение методами решения типовых количественных задач, связанных с электродинамикой;
- 9) подготовить студентов к применению специальных знаний и умений по электродинамике в педагогической деятельности.

## 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными индикаторами достижения компетенций

Код компетенции	ПК-1
Формулировка компетенции	Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач
Индикатор достижения компетенции	ИПК-1.1. Знает структуру, состав и дидактические единицы предметной области (преподаваемого предмета). ИПК-1.2. Умеет осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС ОО. ИПК-1.3. Демонстрирует умение разрабатывать различные формы учебных занятий, применять методы, приемы и технологии обучения, в том числе информационные.

Код компетенции	ПК-3
Формулировка компетенции	Способен формировать развивающую образовательную среду для достижения личностных, предметных и метапредметных результатов обучения средствами преподаваемых учебных предметов
Индикатор достижения компетенции	ИПК-3.1. Владеет способами интеграции учебных предметов для организации развивающей учебной деятельности (исследовательской, проектной, групповой и др.). ИПК-3.2. Использует образовательный потенциал социокультурной среды региона в преподавании (предмета по профилю) в учебной и во внеурочной деятельности. ИПК-3.3. Знает психолого-педагогические условия создания развивающей образовательной среды для достижения личностных и метапредметных результатов обучения

### 1.3. Воспитательная работа

Направление воспитательной работы	Тип задач	Формы работы
патриотическое воспитание	педагогический сопровождения методический	обсуждение вклада отечественных физиков; выступление на занятии
трудовое воспитание		качественное оформление студентом конспектов лекций, решений задач, лабораторных работ

### 1.4. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Общая и экспериментальная физика. Электродинамика» относится к обязательной части учебного плана, предметно-методический модуль по профилю Физика. К началу изучения дисциплины студенты должны владеть школьным курсом физики и математики. Используются результаты освоения дисциплин «Общая и экспериментальная физика. Механика», «Общая и экспериментальная физика. Молекулярная физика. Термодинамика». Результаты освоения дисциплины «Общая и экспериментальная физика. Электродинамика» используются при изучении других разделов общей и экспериментальной физики, теоретической физики, дисциплин по выбору, связанных с электротехникой и электроникой, методики обучения физике.

### 1.5. Особенности реализации дисциплины

Дисциплина реализуется на русском языке.

## 2. Объем дисциплины

Вид учебной работы по семестрам	Всего зачетных единиц	Академ. часы	Из них в форме практической подготовки
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	
<b>СЕМЕСТР 3</b>			
Контактная работа с преподавателем:			
Аудиторные занятия (всего)		72	
Занятия лекционного типа		24	
Лабораторные работы		24	
Занятия семинарского типа		—	
Практические занятия		24	
КСР		—	
Самостоятельная работа обучающихся		72	
Вид промежуточной аттестации: Экзамен		36	

## 3. Содержание дисциплины

### 3.1. Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

Разделы и темы дисциплины	Всего	Ауд	Лек	Лаб	Пр	Сем	КСР	СР
<i>1. Электростатика</i>								
1.1. Электростатическое поле	8	4	2		2			4
1.2. Теорема Гаусса и ее применение	8	4	2		2			4
1.3. Потенциал электростатического поля	8	4	2		2			4

1.4. Диэлектрики в электростатическом поле	8	4	2		1			4
1.5. Проводники в электростатическом поле	8	8	2		1			4
1.6. Энергия электрического поля	16	8	2	4	2			8
<b>2. Электрический ток</b>								
2.1. Постоянный электрический ток	16	8	2	4	1			8
2.2. Законы постоянного тока	24	12	2	8	1			12
2.3. Ток в вакууме, газах и электролитах	8	4	2		2			4
2.4. Ток в металлах и полупроводниках	16	8	2	4				8
<b>3. Магнитостатика</b>								
3.1. Экспериментальные законы магнетизма	8	4	2		2			4
3.2. Постоянное магнитное поле	16	8	2	4	2			8
<b>4. Электромагнетизм</b>								
4.1. Электромагнитная индукция	8	4			2			4
4.2. Применение электромагнитной индукции	8	4			2			6
4.3. Электромагнитные колебания и волны	12	6			2			6
Экзамен	36							
Всего	180	72	24	24	24			72

### Содержание согласно ЯДРУ

Электростатическое поле в вакууме. Электростатическое поле в проводниках и диэлектриках. Постоянный электрический ток. Электрический ток в различных средах. Постоянное магнитное поле в вакууме. Магнитное поле в магнетиках. Электромагнитная индукция. Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла. Квазистационарные электрические цепи. Электромагнитные колебания и волны.

### 3.2. Занятия лекционного типа СЕМЕСТР 3

#### Лекция 1.

*Тема:* Электростатическое поле.

*Краткая аннотация к лекции.*

*1.1. Электрический заряд.* Элементарный заряд. Фундаментальные свойства заряда. Замкнутая электрическая система. Закон сохранения заряда.

*1.2. Взаимодействие точечных зарядов.* Закон Кулона. Единицы заряда. Электрическая постоянная. Диэлектрическая проницаемость среды.

*1.3. Напряженность электростатического поля.* Единицы измерения. Пробный заряд. Напряженность поля точечного заряда.

*1.4. Суперпозиция напряженностей.* Принцип суперпозиции. Электрический диполь. Электрический момент диполя. Напряженность поля диполя.

Эксперимент. 1) Электризация трением. 2) Электризация давлением. 3) Взаимодействие одноименных и разноименных зарядов. 4) Обоснование закона Кулона электростатическим динамометром. 5) Принцип суперпозиции.

## Лекция 2.

*Тема:* Теорема Гаусса и ее применение.

*Краткая аннотация к лекции.*

- 2.1. *Поток вектора напряженности.* Линии напряженности. Поток вектора через малую площадку. Поток через произвольную поверхность.
- 2.2. *Теорема Гаусса.* Поверхностная плотность заряда. Поле равномерно заряженной бесконечной плоскости.
- 2.3. *Поле заряженных сферы и шара.* Поле равномерно заряженной сферической поверхности. Плотность заряда. Поле объемно заряженного шара.
- 2.4. *Поле заряженного цилиндра.* Линейная плотность заряда. Напряженность поля равномерно заряженного бесконечного цилиндра.

Эксперимент. 1) Закон сохранения заряда. 2) Напряженность поля точечного заряда и сферы. 3) Поле равномерно заряженной плоскости. 4) Поле внутри и вне заряженной проводящей сферы. 5) Клетка Фарадея.

## Лекция 3.

*Тема:* Потенциал электростатического поля.

*Краткая аннотация к лекции.*

- 3.1. *Работа перемещения заряда в электростатическом поле.* Циркуляция вектора напряженности электростатического поля. Теорема о циркуляции.
- 3.2. *Потенциал поля точечного заряда.* Потенциальная энергия заряда. Потенциал точки поля. Единицы измерения. Потенциал поля точечного заряда.
- 3.3. *Разность потенциалов.* Работа перемещения заряда в поле. Разность потенциалов. Градиент потенциала. Связь с напряженностью.
- 3.4. *Эквипотенциальные поверхности и силовые линии.* Принцип суперпозиции для потенциала. Изображения электростатических полей.
- 3.5. *Разность потенциалов в поле заряженной плоскости и сферы.* Поле равномерно заряженной бесконечной плоскости. Поле равномерно заряженной сферической поверхности.
- 3.6. *Разность потенциалов в поле заряженных шара и цилиндра.* Поле объемно заряженного шара. Поле равномерно заряженного цилиндра.

Эксперимент. 1) Устройство и принцип действия электрометра. 2) Градуировка электрометра по напряжению и заряду. 3) Пламенный зонд. 4) Потенциал и напряженность поля заряженной сферы. 5) Электронный ветер. 6) Колесо Франклина.

## Лекция 4.

*Тема:* Диэлектрики в электростатическом поле.

*Краткая аннотация к лекции.*

- 4.1. *Типы диэлектриков.* неполярные, полярные, ионные диэлектрики. Поляризация диэлектриков. Виды поляризации: электронная (деформационная), ориентационная (дипольная), ионная.
- 4.2. *Диэлектрик в электрическом поле.* Поляризованность. Диэлектрическая восприимчивость. Свободные и связанные заряды. Диэлектрическая проницаемость.
- 4.3. *Электрическое смещение.* Линии электрического смещения. Теорема Гаусса для электростатического смещения в диэлектрике. Условия на границе раздела двух диэлектрических сред.

Эксперимент. 1) Поляризация диэлектриков. 2) Пьезоэлектрический эффект. 3) Связанные и свободные заряды.

## Лекция 5.

*Тема:* Проводники в электростатическом поле.

*Краткая аннотация к лекции.*

- 5.1. *Напряженность поля в проводнике.* Эквипотенциальность поверхности проводника. Связь между плотностью заряда и напряженностью поля вблизи проводника.

- 5.2. *Электростатическая индукция.* Физическая сущность. Электризация через влияние. Электрофор и электрофорная машина.
- 5.3. *Электрическая емкость.* Единицы измерения. Емкость уединенного шара. Конденсатор. Емкость плоского конденсатора.
- 5.4. *Батареи конденсаторов.* Параллельное и последовательное соединения конденсаторов. Трансформатор Маркса.
- Эксперимент. 1) Электростатическая индукция. 2) Электрофор. 3) Электрофорная машина.

#### Лекция 6.

*Тема:* Энергия электрического поля.

*Краткая аннотация к лекции.*

- 6.1. *Энергия системы зарядов.* Энергия двух неподвижных точечных зарядов, нескольких зарядов, уединенного заряженного проводника.
- 6.2. *Энергия конденсатора.* Заряженный конденсатор. Энергия электростатического поля. Объемная плотность энергии.
- 6.3. *Пондеромоторная сила.* Сила взаимного притяжения пластин конденсатора. Связь энергии и силы.

Эксперимент. 1) Емкость плоского конденсатора. 2) Соединение конденсаторов в батареи. 3) Лейденская банка. 4) Энергия заряженного конденсатора. 5) Трансформатор Маркса.

#### Лекция 7.

*Тема:* Постоянный электрический ток.

*Краткая аннотация к лекции.*

- 7.1. *Электрический ток.* Условия существования тока. Пример электрического тока в электростатике.
- 7.2. *Сила тока и плотность тока.* Единицы измерения. Постоянный ток. Скорость движения носителей заряда. Плотность тока. Ток в проводниках.
- 7.3. *Электродвижущая сила.* Сторонние силы. Природа и поле сторонних сил. Напряжение.
- Эксперимент. 1) Электростатическая модель источника тока. 2) Падение потенциала вдоль проводника с током. 3) Работа сторонних сил и электродвижущая сила.

#### Лекция 8.

*Тема:* Законы постоянного тока.

*Краткая аннотация к лекции.*

- 8.1. *Закон Ома.* Вывод закона Ома. Проводимость и сопротивление. Закон Ома в дифференциальной форме. Закон Ома для однородного участка цепи, для неоднородного участка, для замкнутой цепи.
- 8.2. *Работа и мощность тока.* Закон Джоуля-Ленца. Интегральная и дифференциальная формы.
- 8.3. *Расчет электрических цепей.* Узлы и контуры разветвленной цепи. Правила Кирхгофа. Алгоритм расчета электрических цепей.
- Эксперимент. 1) Экспериментальное обоснование закона Ома. 2) Вольтметр как гальванометр с добавочным сопротивлением. 3) Амперметр как гальванометр с шунтом. 4) Электрические цепи. 5) Тепловое действие электрического тока.

#### Лекция 9.

*Тема:* Ток в вакууме, газах и электролитах.

*Краткая аннотация к лекции.*

- 9.1. *Электрический ток в вакууме.* Явление термоэлектронной эмиссии. Вольтамперная характеристика вакуумного диода. Электровакуумный триод. Электронно-лучевая трубка.

9.2. *Электрический ток в газах.* Электрический разряд в газах. Ионизация газа. Самостоятельный и несамостоятельный разряды в газах. Ударная ионизация газа. Рекомбинация ионов. Плазма.

9.3. *Электрический ток в электролитах.* Диссоциация и рекомбинация. Зависимость сопротивления электролита от температуры. Явление электролиза. Закон Фарадея. Теоретический вывод закона Фарадея. Заряды ионов.

Эксперимент. 1) Электрический ток в вакууме. 2) Проводимость газов. 3) Разряды в газах (коронный, тлеющий, искровой). 4) Проводимость электролита.

Лекция 10.

*Тема:* Ток в металлах и полупроводниках.

*Краткая аннотация к лекции.*

10.1. *Электрический ток в металлах.* Отсутствие переноса вещества. Носители заряда в металлах. Зависимость сопротивления металла от температуры. Явление сверхпроводимости.

10.2. *Электрический ток в полупроводниках.* Полупроводники. Собственная проводимость. Зависимость сопротивления от температуры и освещенности. Примесная проводимость. Контактная разность потенциалов. Электронно-дырочный переход.

Эксперимент. 1) Зависимость сопротивления металлического проводника от температуры. 2) Зависимость сопротивления полупроводника от температуры.

Лекция 11.

*Тема:* Экспериментальные законы магнетизма.

*Краткая аннотация к лекции.*

11.1. *Ферро-, диа- и парамагнетики.* Магнитное поле. Источники магнитного поля. Рамка с током. Направление магнитного поля. Гипотеза Ампера.

11.2. *Индукция магнитного поля.* Магнитный момент рамки с током. Вектор магнитной индукции. Единицы измерения. Линии магнитной индукции. Принцип суперпозиции.

11.3. *Закон Био-Савара-Лапласа.* Магнитное поле прямого тока. Магнитное поле в центре кругового тока.

11.4. *Закон Ампера.* Взаимодействие параллельных токов. Магнитное поле параллельных проводников с токами.

11.5. *Единицы измерения магнитных величин.* Магнитная постоянная. Индукция и напряженность магнитного поля. Сила тока.

Эксперимент. 1) Визуализация магнитного поля. 2) Диа-, пара- и ферромагнетики. 3) Точка Кюри. 4) Эффект Баркгаузена.

Лекция 12.

*Тема:* Постоянное магнитное поле.

*Краткая аннотация к лекции.*

12.1. *Заряд в магнитном поле.* Сила Лоренца. Направление. Работа силы Лоренца. Формула Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Эффект Холла. Практическое применение.

12.2. *Циркуляция вектора магнитной индукции.* Закон полного тока для магнитного поля в вакууме. Вычисление индукции магнитного поля прямого тока.

12.3. *Магнитное поле катушек.* Изображения магнитных полей. Индукция магнитного поля соленоида и тороида.

12.4. *Поток вектора магнитной индукции.* Единицы измерения. Магнитный поток сквозь замкнутую поверхность. Теорема Гаусса для магнитного поля.

12.5. *Работа магнитного поля.* Работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле.

Эксперимент. 1) Взаимодействие двух токов. 2) Эффект Холла. 3) Вращение электролита в магнитном поле.

### 3.3. Занятия семинарского типа

Учебным планом не предусмотрены

### 3.4. Практические занятия

#### СЕМЕСТР 3

Практическое занятие 1.

*Тема:* Электростатическое поле

*Перечень заданий:* решение физических задач по теме.

1. Два шарика одинаковой массы  $0,1$  г подвешены в одной точке на нитях длиной  $20$  см каждая. Получив одинаковый заряд, шарики разошлись так, что нити образовали между собой угол  $60^\circ$ . Найдите заряд каждого шарика.
2. Расстояние между двумя точечными зарядами  $1$  мкКл и  $-1$  мкКл равно  $10$  см. Определите силу, действующую на точечный заряд  $0,1$  мкКл, удаленный на  $6$  см от первого и на  $8$  см от второго зарядов.
3. Два точечных заряда  $q$  и  $4q$  закреплены на расстоянии  $60$  см друг от друга. Определите, в какой точке на прямой, проходящей через эти заряды, следует поместить третий заряд так, чтобы система находилась в равновесии.
4. В вершинах правильного шестиугольника со стороной  $10$  см расположены точечные заряды  $Q, 2Q, 3Q, 4Q, 5Q, 6Q$  ( $Q=0,1$  мкКл). Найдите силу, действующую на точечный заряд  $Q$ , лежащий в плоскости шестиугольника и равноудаленный от его вершин.
5. В вершинах квадрата находятся одинаковые заряды  $0,3$  нКл каждый. Какой отрицательный заряд нужно поместить в центре квадрата, чтобы сила взаимного отталкивания положительных зарядов была уравновешена силой притяжения отрицательного заряда?
6. Тонкий стержень длиной  $10$  см равномерно заряжен. Линейная плотность заряда равна  $1$  мкКл/м. На продолжении оси стержня на расстоянии  $20$  см от ближайшего его конца находится точечный заряд  $100$  нКл. Определите силу взаимодействия заряженного стержня и точечного заряда.
7. Тонкий длинный стержень равномерно заряжен с линейной плотностью  $10$  мкКл/м. Найдите силу его взаимодействия с точечным зарядом  $10$  нКл, находящимся на расстоянии  $20$  см от стержня, вблизи от его середины.

Практическое занятие 2.

*Тема:* Теорема Гаусса и ее применение

*Перечень заданий:* решение физических задач по теме.

1. Две бесконечные параллельные пластины несут одинаковый равномерно распределенный по площади заряд с плотностью  $1$  нКл/м<sup>2</sup>. Найдите напряженность поля между пластинами и вне пластин.
2. Две бесконечные параллельные пластины несут заряды с поверхностными плотностями  $1$  нКл/м<sup>2</sup> и  $43$  нКл/м<sup>2</sup>. Найдите напряженность поля между пластинами и вне пластин.
3. Поле создано двумя точечными зарядами  $10$  нКл и  $-20$  нКл, находящимися на расстоянии  $20$  см друг от друга. Найдите напряженность поля в точке, удаленной от первого заряда на  $30$  см, а от второго – на  $50$  см.
4. Расстояние между двумя точечными положительными зарядами  $Q$  и  $9Q$  равно  $8$  см. На каком расстоянии от первого заряда находится точка, в которой напряженность поля зарядов равна нулю? Где находилась бы эта точка, если бы второй заряд был отрицательным?
5. Два точечных заряда  $2Q$  и  $-Q$  находятся на расстоянии  $d$  друг от друга. Найдите положение точки на прямой, проходящей через эти заряды, напряженность поля в которой равна нулю.
6. Поле создано двумя точечными зарядами  $40$  нКл и  $-10$  нКл, находящимися на расстоянии  $10$  см друг от друга. Найдите напряженность поля в точке, удаленной от первого заряда на  $12$  см и от второго на  $6$  см.



7. Две бесконечные параллельные пластины равномерно заряжены с поверхностной плотностью  $10 \text{ нКл/м}^2$  и  $-30 \text{ нКл/м}^2$ . Найдите силу взаимодействия между пластинами, приходящуюся на площадь в один квадратный метр.

### Практическое занятие 3.

*Тема:* Потенциал электростатического поля

*Перечень заданий:* решение физических задач по теме.

1. При перемещении заряда  $20 \text{ нКл}$  между двумя точками поля внешними силами была совершена работа  $4 \text{ мкДж}$ . Определите работу сил поля и разность потенциалов этих точек поля.
2. Определите потенциал электрического поля в точке, удаленной от зарядов  $-0,2 \text{ мКл}$  и  $0,5 \text{ мКл}$  соответственно на  $15 \text{ см}$  и  $25 \text{ см}$ . Определите также минимальное и максимальное расстояния между зарядами, при которых возможно решение.
3. Заряды  $Q_1=1 \text{ мКл}$  и  $Q_2 = -1 \text{ мКл}$  находятся на расстоянии  $10 \text{ см}$ . Определите напряженность и потенциал поля в точке, удаленной на расстояние  $10 \text{ см}$  от первого заряда и лежащей на линии, проходящей через первый заряд перпендикулярно направлению от  $Q_1$  к  $Q_2$ .
4. Поле создано двумя точечными зарядами  $+2Q$  и  $-Q$ , находящимися на расстоянии  $12 \text{ см}$  друг от друга. Определите геометрическое место точек на плоскости, для которых потенциал равен нулю (напишите уравнение линии нулевого потенциала).
5. Найдите потенциальную энергию системы трех точечных зарядов  $10 \text{ нКл}$ ,  $20 \text{ нКл}$  и  $-30 \text{ нКл}$ , расположенных в вершинах равностороннего треугольника со стороной в  $10 \text{ см}$ .
6. На отрезке тонкого прямого проводника равномерно распределен заряд с линейной плотностью  $10 \text{ нКл/м}$ . Вычислите потенциал, создаваемый этим зарядом в точке, расположенной на оси проводника и удаленной от ближайшего конца отрезка на расстояние, равное длине этого отрезка.
7. Бесконечно длинная тонкая прямая нить несет равномерно распределенный заряд с линейной плотностью  $0,01 \text{ мКл/м}$ . Определите разность потенциалов двух точек поля, удаленных от нити на  $2 \text{ см}$  и  $4 \text{ см}$ .
8. Тонкие стержни образуют квадрат. Стержни заряжены с линейной плотностью  $1,3 \text{ нКл/м}$ . Найдите потенциал поля в центре квадрата.
9. Поле создано бесконечно длинным цилиндром, равномерно заряженным с поверхностной плотностью  $0,1 \text{ мКл/м}^2$ , радиус цилиндра  $5 \text{ см}$ . Найдите изменение потенциальной энергии однозарядного положительного иона при перемещении его между двумя точками, отстоящими от поверхности цилиндра на расстояниях  $5 \text{ см}$  и  $10 \text{ см}$ .
10. Сто одинаковых капель ртути, заряженных до потенциала  $20 \text{ В}$ , сливаются в одну большую каплю. Каков потенциал образовавшейся капли?

### Практическое занятие 4.

*Тема:* Диэлектрики в электростатическом поле. Проводники в электростатическом поле

*Перечень заданий:* решение физических задач по теме.

1. Шары радиусами  $6$  и  $4 \text{ см}$  заряжены до потенциалов  $300$  и  $500 \text{ В}$  соответственно. Определите потенциал шаров после того, как их соединили проводником.
2. Определите емкость плоского слюдяного конденсатора, площадь пластин которого  $100 \text{ см}^2$ , а расстояние между ними  $0,1 \text{ мм}$ .
3. Между пластинами плоского конденсатора находится плотно прилегающая стеклянная пластинка. Конденсатор заряжен до разности потенциалов  $100 \text{ В}$ . Какова будет разность потенциалов, если удалить стекло из прибора?
4. Два металлических шара радиусами  $2 \text{ см}$  и  $6 \text{ см}$  соединены проводником пренебрежимо малой емкости. Шарам сообщен заряд  $1 \text{ нКл}$ . Найдите поверхностную плотность зарядов на шарах.
5. Емкость плоского конденсатора  $1,5 \text{ мкФ}$ , расстояние между пластинами  $5 \text{ мм}$ . Какой будет емкость, если на одну из пластин положить лист эбонита толщиной  $3 \text{ мм}$ ?

6. Металлический шар радиусом 5 см несет заряд 1 нКл. Шар окружен слоем эбонита толщиной 2 см. Найдите потенциал поля на расстояниях 3 см, 6 см и 9 см от центра шара.
7. Три одинаковых плоских конденсатора со стеклянным диэлектриком соединены последовательно, и общая емкость этой батареи 89 пФ. Определите толщину стекла, если площадь каждой пластины  $100 \text{ см}^2$ .
8. Точечный заряд 20 нКл находится на расстоянии 10 см от бесконечной металлической плоскости, соединенной с Землей. Определите силу взаимодействия между зарядом и плоскостью.
9. Точечный заряд  $q$  находится на расстоянии  $R$  от проводящей безграничной плоскости. Определите поверхностную плотность зарядов, индуцированных на плоскости, как функцию расстояния  $r$  от основания перпендикуляра, опущенного из заряда на плоскость.
10. Точечный заряд  $q$  находится на расстоянии  $R$  от проводящей безграничной плоскости. Какую работу необходимо совершить, чтобы медленно удалить этот заряд на очень большое расстояние от плоскости?
11. Точечный заряд  $q$  находится между двумя проводящими взаимно перпендикулярными полуплоскостями. Расстояние от заряда до каждой полуплоскости равно  $R$ . Найдите модуль вектора силы, действующей на заряд.
12. Определите местонахождение и величину зеркального изображения точечного заряда  $q$ , находящегося вблизи проводящей заземленной сферы радиусом  $R$  на расстоянии  $r$ .
13. Вне изолированной металлической незаряженной сферы радиусом  $R$  на расстоянии  $r$  от ее центра находится точечный заряд  $q$ . Каков потенциал сферы  $\varphi$ ?
14. Проводящий шар радиусом  $R$  соединен тонкой длинной проволокой с землей. На расстоянии  $r$  от его центра помещают положительный точечный заряд  $q$ . Какой заряд  $Q$  приобретает шар? Влиянием проволоки на поле можно пренебречь.
15. Два металлических шара радиусами  $R_1=5 \text{ см}$  и  $R_2=15 \text{ см}$  имеют заряды  $q_1=12 \text{ нКл}$  и  $q_2 = -40 \text{ нКл}$ . Расстояние между шарами много больше их радиусов. Шары соединяют тонкой проволокой. Какой заряд  $\Delta q$  пройдет по проволоке?

#### Практическое занятие 5.

*Тема:* Энергия электрического поля

*Перечень заданий:* решение физических задач по теме.

1. Расстояние между пластинами плоского конденсатора – 2 см, разность потенциалов – 6 кВ. Заряд каждой пластины равен 10 нКл. Определите энергию поля конденсатора и силу взаимного притяжения пластин.
2. Какое количество теплоты выделится при разряде плоского конденсатора, если разность потенциалов между пластинами равна 15 кВ, расстояние – 1 мм, диэлектрик – слюда, и площадь каждой пластины равна  $300 \text{ см}^2$ .
3. Сила притяжения между пластинами плоского воздушного конденсатора равна 50 мН, площадь каждой пластины  $200 \text{ см}^2$ . Найдите плотность энергии поля конденсатора.
4. Конденсаторы емкостями 1 мкФ, 2 мкФ и 3 мкФ включены в цепь с напряжением 1,1 кВ. Определите энергию каждого конденсатора в случаях: а) последовательного включения и б) параллельного включения.
5. Емкость плоского конденсатора равна 111 пФ, диэлектрик – фарфор. Конденсатор зарядили до разности потенциалов 600 В и отключили от источника. Какую работу следует совершить, чтобы вынуть диэлектрик из конденсатора?
6. Плоский воздушный конденсатор емкостью 1,11 нФ заряжен до напряжения 300 В. После отключения от источника расстояние между пластинами увеличили в 5 раз. Определите: а) разность потенциалов на обкладках конденсатора после их раздвижения, б) работу по раздвижению пластин.
7. Две находящиеся в вакууме концентрические сферы радиусами 1 и 2 м имеют равномерно распределенные заряды по 3 мкКл каждая. Найдите энергию электрического поля, заключенного между этими сферами.

## Практическое занятие 6.

*Тема:* Постоянный электрический ток. Законы постоянного тока

*Перечень заданий:* решение физических задач по теме.

1. Какие различные сопротивления можно получить путем различных соединений четырех резисторов сопротивлениями соответственно 10, 20, 30 и 40 Ом?
2. Проволочный куб составлен из проводников так, что сопротивление каждого ребра куба равно 1 Ом. Вычислите сопротивление этого куба: а) при подключении его за точки, наиболее удаленные друг от друга; б) при подключении его за соседние вершины.
3. Сопротивление вольфрамовой нити электролампы при 20° равно 35,8 Ом. Определите температуру нити лампы, если при включении в сеть напряжением в 120 В по нити идет ток 0,33 А. Температурный коэффициент сопротивления вольфрама равен 0,0046 К<sup>-1</sup>.
4. Миллиамперметр со шкалой от 0 до 15 мА имеет сопротивление 5 Ом. Как к прибору нужно подключить резистор и каким должно быть его сопротивление для измерения: а) силы тока от 0 до 0,15 А, б) разности потенциалов от 0 до 150 В?
5. Определите сопротивление резистора, если амперметр показывает 5 А, вольтметр, подключенный к концам резистора – напряжение 100 В, а внутреннее сопротивление вольтметра равно 2500 Ом. Какова ошибка в определении сопротивления, если пренебречь сопротивлением вольтметра?
6. Параллельно к каждой из половин реостата, имеющего сопротивление 100 Ом, включены два вольтметра. Внутреннее сопротивление одного – 60 Ом, второго – 40 Ом. На реостат подано напряжение 180 В. Каковы показания приборов?
7. Определите общую мощность, полезную мощность и КПД батареи, ЭДС которой равна 240 В, если внешнее сопротивление равно 23 Ом и сопротивление батареи 1 Ом.
8. Две батареи с ЭДС равными 10 В и 8 В и соответственно внутренними сопротивлениями 1 Ом и 2 Ом соединены между собой одноименными полюсами и замкнуты на реостат сопротивлением 6 Ом. Найдите силы токов в батареях и реостате.
9. Определите внутреннее сопротивление источника, если при внешнем сопротивлении 1 Ом напряжение на клеммах источника 2 В, а при внешнем сопротивлении 2 Ом – 2,4 В.
10. Найдите ЭДС элемента, если при измерении напряжения на его клеммах вольтметром с внутренним сопротивлением 20 Ом получаем 1,37 В, а при замыкании элемента на сопротивление 10 Ом получаем ток 0,132 А.
11. Лампочка и реостат, соединенные последовательно, присоединены к источнику тока. Напряжение на зажимах лампочки равно 40 В, сопротивление реостата равно 10 Ом. Внешняя цепь потребляет мощность 120 Вт. Найдите силу тока.
12. ЭДС батареи аккумуляторов 12 В, сила тока короткого замыкания 5 А. Какую наибольшую мощность можно получить во внешней цепи?
13. Обмотка электрического кипятильника имеет две секции. Если включена только первая секция, то вода закипает через 15 мин, если только вторая, то через 30 мин. Через сколько минут закипит вода, если обе секции включить последовательно? параллельно?
14. При силе тока 3 А во внешней цепи батареи аккумуляторов выделяется мощность 18 Вт, при силе тока 1 А – соответственно 10 Вт. Определите ЭДС и внутреннее сопротивление батареи.
15. Элемент замыкают сначала на сопротивление 2 Ом, а затем на сопротивление 0,5 Ом. В обоих случаях выделяемая во внешней цепи мощность одинакова и равна 2,54 Вт. Найдите ЭДС и внутреннее сопротивление элемента.
16. Две электрические лампочки сопротивлениями 360 Ом и 240 Ом включены в сеть параллельно. Какая из лампочек поглощает большую мощность?

## Практическое занятие 7.

*Тема:* Ток в вакууме, газах и электролитах

*Перечень заданий:* решение физических задач по теме.

1. Какова сила тока насыщения при несамостоятельном газовом разряде, если ионизатор образует каждую секунду  $10^9$  пар ионов в  $1 \text{ см}^3$ , а площадь каждого из двух плоских параллельных электродов  $100 \text{ см}^2$  и расстояние между ними  $5 \text{ см}$ ?
2. Какой наименьшей кинетической энергией и скоростью должен обладать электрон, чтобы он мог ионизовать неподвижный атом неона, потенциал ионизации которого  $21,5 \text{ В}$ ?
3. При какой абсолютной температуре средняя кинетическая энергия движения атомов неона равна энергии, необходимой для ионизации этих атомов?
4. Две электролитические ванны соединены последовательно. В первой ванне выделилось  $3,9 \text{ г}$  цинка, во второй за то же время  $2,24 \text{ г}$  железа. Цинк двухвалентен. Определите валентность железа.
5. Какова толщина слоя меди, выделившегося за  $5 \text{ ч}$  при электролизе медного купороса, если плотность тока  $80 \text{ А/м}^2$ ?
6. Определите количество вещества и число атомов двухвалентного металла, отложившегося на катоде электролитической ванны в течение  $5 \text{ минут}$  при токе  $2 \text{ А}$ .
7. При силе тока  $5 \text{ А}$  за время  $10 \text{ мин}$  в электролитической ванне выделилось  $1,02 \text{ г}$  двухвалентного металла. Найдите его относительную атомную массу.
8. Найдите плотность тока в железном проводнике длиной  $10 \text{ м}$ , если провод находится под напряжением  $6 \text{ В}$ .
9. Сколько витков нихромовой проволоки диаметром  $1 \text{ мм}$  надо намотать на фарфоровый цилиндр радиусом  $2,5 \text{ см}$ , чтобы получить печь сопротивлением  $40 \text{ Ом}$ ?
10. Обмотка катушки из меди имеет сопротивление  $10 \text{ Ом}$  при температуре  $14^\circ$ . При какой температуре сопротивление катушки станет равным  $12,2 \text{ Ом}$ ? Температурный коэффициент сопротивления меди равен  $0,00415 \text{ К}^{-1}$ .
11. Сила тока в металлическом проводнике  $0,8 \text{ А}$ . Сечение проводника  $4 \text{ мм}^2$ . Принимая, что в каждом кубическом сантиметре металла содержится  $2,5 \cdot 10^{22}$  свободных электронов, найдите среднюю скорость их упорядоченного движения.
12. В медном проводнике длиной  $2 \text{ м}$  и площадью поперечного сечения  $0,4 \text{ мм}^2$  идет ток. При этом каждую секунду выделяется энергия  $0,35 \text{ Дж}$ . Сколько электронов проходит за  $1 \text{ с}$  через поперечное сечение этого проводника?

Практическое занятие 8.

Тема: Экспериментальные законы магнетизма

Перечень заданий: решение физических задач по теме.

1. Два длинных параллельных провода находятся на расстоянии  $5 \text{ см}$  один от другого. По проводам текут в противоположных направлениях одинаковые токи  $10 \text{ А}$  каждый. Найдите напряженность магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии  $2 \text{ см}$  от одного и  $3 \text{ см}$  от другого провода.
2. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи  $20 \text{ А}$  и  $30 \text{ А}$  в одном направлении. Расстояние между проводами равно  $10 \text{ см}$ . Вычислите магнитную индукцию в точке, удаленной от обоих проводов на одинаковое расстояние  $10 \text{ см}$ .
3. По двум длинным параллельным проводникам, отстоящим друг от друга на  $5 \text{ см}$ , текут токи по  $30 \text{ А}$  одного направления. Найдите индукцию магнитного поля в точке, удаленной на  $4 \text{ см}$  от одного провода и на  $3 \text{ см}$  от другого.
4. Два бесконечно длинных прямых провода скрещены под прямым углом. По проводам текут токи  $80 \text{ А}$  и  $60 \text{ А}$ . Найдите магнитную индукцию в точке, равноудаленной от обоих проводов, если расстояние между проводами равно  $10 \text{ см}$ .
5. По обмотке очень короткой катушки радиусом  $16 \text{ см}$  течет ток  $5 \text{ А}$ . Сколько витков проволоки намотано на катушку, если напряженность магнитного поля в ее центре равна  $800 \text{ А/м}$ ?
6. При какой силе тока, текущего по тонкому проводящему кольцу радиусом  $0,2 \text{ м}$ , магнитная индукция в точке, равноудаленной от всех точек кольца на расстояние  $0,3 \text{ м}$ , станет равной  $20 \text{ мкТл}$ ?

7. Найдите магнитную индукцию в центре тонкого кольца с током 10 А. Радиус кольца 5 см. (Для расчета нужно вывести формулу).
8. Длинный прямой соленоид из проволоки диаметром 0,5 мм намотан так, что витки плотно прилегают друг к другу. Найдите индукцию магнитного поля внутри соленоида при силе тока 4 А.
9. Два проводящих кольца расположены в двух взаимно перпендикулярных плоскостях так, что центры этих колец совпадают. Радиусы колец равны 2 см и 4 см, а токи – 10 А и 5 А соответственно. Найдите индукцию магнитного поля в центре системы.
10. Прямой провод длиной 10 см, по которому течет ток 20 А, находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,01 Тл. Найдите угол между направлениями вектора индукции и тока, если на провод действует сила 10 мН.

#### Практическое занятие 9.

*Тема:* Постоянное магнитное поле

*Перечень заданий:* решение физических задач по теме.

1. Квадратная проволочная рамка расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом так, что две ее стороны параллельны проводу. По рамке и проводу текут одинаковые токи 1 кА. Определите силу, действующую на рамку, если ближайшая к проводу сторона рамки находится на расстоянии, равном ее длине.
2. По трем параллельным прямым проводам, равноудаленным друг от друга на 10 см, текут токи по 100 А. В двух проводах направления токов одинаковы. Найдите силу, действующую на 1 м длины каждого провода.
3. По двум одинаковым квадратным плоским контурам со стороной 20 см текут токи по 10 А. Найдите силу взаимодействия контуров, если плоскости контуров параллельны и отстоят друг от друга на 2 мм.
4. Электрон с начальной скоростью 3 Мм/с влетел в однородное электрическое поле напряженностью 150 В/м. Вектор начальной скорости перпендикулярен линиям напряженности электрического поля. Найдите: а) силу, действующую на электрон; б) ускорение, приобретаемое электроном; в) скорость электрона через 0,1 мкс.
5. Электрон влетел в плоский конденсатор, находясь на одинаковом расстоянии от каждой пластины и имея скорость 10 Мм/с, направленную параллельно пластинам, расстояние между которыми равно 2 см. Длина каждой пластины равна 10 см. Какую наименьшую разность потенциалов нужно приложить к пластинам, чтобы электрон не вылетел из конденсатора?
6. Вычислите радиус дуги окружности, которую описывает протон в магнитном поле с индукцией 15 мТл, если его скорость равна 2 Мм/с.
7. Частица влетела в магнитное поле со скоростью 2 Мм/с и описала дугу окружности радиусом 4 см. Индукция поля – 0,52 Тл. Найдите отношение заряда частицы к ее массе.
8. Железный сердечник находится в однородном магнитном поле напряженностью 1 кА/м. Определите индукцию магнитного поля в сердечнике и магнитную проницаемость железа. При решении используйте график зависимости индукции магнитного поля от напряженности.
9. Катушка с железным сердечником сечением 20 см<sup>2</sup> имеет индуктивность 0,02 Гн. Какой должна быть сила тока, чтобы индукция поля в сердечнике была 1 мТл, если катушка содержит 1000 витков?

#### Практическое занятие 10.

*Тема:* Электромагнитная индукция

*Перечень заданий:*

1. *Опыты Фарадея.* Электромагнитная индукция. Выводы. Закон Фарадея для ЭДС электромагнитной индукции. Вывод закона Фарадея из закона сохранения энергии.
2. *Правило Ленца.* ЭДС индукции в проводниках. Относительность электрического и магнитного полей. Вихревые индукционные токи Фуко.

Эксперимент. 1) Электромагнитный генератор Фарадея. 2) Правило Ленца. 3) Движение магнита вблизи проводника. 4) Униполярный электродвигатель.

Решение физических задач по теме.

1. Магнитный поток  $40 \text{ мВб}$  пронизывает замкнутый контур. Определите среднее значение ЭДС индукции, возникающей в контуре, если магнитный поток изменился до нуля за время  $2 \text{ мс}$ .
2. Прямой провод длиной  $40 \text{ см}$  движется в однородном магнитном поле со скоростью  $5 \text{ м/с}$  перпендикулярно линиям индукции. Разность потенциалов между концами провода равна  $6 \text{ В}$ . Вычислите индукцию магнитного поля.
3. В магнитное поле индукцией  $B=B_0\cos\omega t$  ( $B_0=5 \text{ мТл}$ ,  $\omega=5 \text{ с}^{-1}$ ) помещен проволочный виток радиусом  $R=30 \text{ см}$ . Нормаль к витку образует угол  $\alpha=30^\circ$  с направлением поля. Определите ЭДС индукции, возникающую в витке в момент времени  $t=30 \text{ с}$ .
4. Катушка радиусом  $5 \text{ см}$  имеет  $1000$  витков и помещена в однородное магнитное поле, направленное по ее оси. Индукция поля изменяется с постоянной скоростью  $0,1 \text{ Тл/с}$ . Какой заряд будет на конденсаторе емкостью  $20 \text{ мкФ}$ , подключенном к катушке?
5. Алюминиевый диск радиусом  $40 \text{ см}$  вращается вокруг вертикальной оси с частотой  $40 \text{ об/с}$ . Какова разность потенциалов между центром и краем диска, если вертикальная составляющая земного магнитного поля  $50 \text{ мкТл}$ ?

Практическое занятие 11.

Тема: Применение электромагнитной индукции

Перечень заданий:

1. *Электромагнитный генератор.* Принцип действия генератора переменного тока. Коллектор генератора постоянного тока. Электродвигатель.
2. *Индуктивность и самоиндукция.* Индуктивность контура. Единицы измерения. Индуктивность соленоида. Явление самоиндукции.
3. *Взаимная индукция.* Взаимная индуктивность катушек на общем сердечнике. Трансформатор. Режим холостого хода. Коэффициент трансформации.

Эксперимент. 1) Нагревание проводника индукционным током. 2) Взаимодействие электромагнита и проводящего кольца. 3) Токи замыкания и размыкания при самоиндукции.

Решение физических задач по теме.

1. В однородном магнитном поле с индукцией  $0,35 \text{ Тл}$  равномерно с частотой  $480 \text{ об/мин}$  вращается рамка, содержащая  $500$  витков площадью  $50 \text{ см}^2$ . Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Определите максимальную ЭДС индукции, возникающую в рамке.
2. Магнитная индукция поля между полюсами генератора равна  $0,8 \text{ Тл}$ . Ротор имеет  $100$  витков площадью  $400 \text{ см}^2$ . Найдите частоту вращения якоря, если максимальное значение ЭДС индукции равно  $200 \text{ В}$ .
3. Определите индуктивность катушки, если при изменении в ней силы тока от  $0$  до  $5 \text{ А}$  за время  $2 \text{ с}$  возникает ЭДС индукции  $1 \text{ В}$ .
4. Чему равна индукция однородного магнитного поля, если при вращении в нем прямолинейного проводника длиной  $0,2 \text{ м}$  вокруг одного из его концов с угловой скоростью  $50 \text{ рад/с}$  на концах проводника возникает разность потенциалов  $0,2 \text{ В}$ ?
5. Рамка площадью  $5 \text{ см}^2$  из  $10$  витков сопротивлением  $2 \text{ Ом}$  подключена к баллистическому гальванометру внутренним сопротивлением  $58 \text{ Ом}$ . Рамка находится между полюсами магнита перпендикулярно направлению поля. Определите индукцию магнитного поля, если при повороте рамки на  $180^\circ$  через гальванометр проходит заряд  $30 \text{ мкКл}$ .

Практическое занятие 12.

Тема: Электромагнитные колебания и волны

Перечень заданий:

1. *Экстратоки самоиндукции.* Размыкание цепи с индуктивностью. Оценка ЭДС самоиндукции. Замыкание цепи с индуктивностью. Высоковольтный индуктор.

2. *Энергия магнитного поля.* Магнитная энергия контура. Энергия магнитного поля соленоида. Объемная плотность энергии магнитного поля.
3. *Электромагнитные колебания.* Колебательный контур. Превращения энергии в контуре. Частота свободных колебаний.
4. *Система уравнений Максвелла.* Экспериментальное обоснование существования и основных свойств электромагнитных волн.

Эксперимент. 1) Электромагнитные колебания низкой частоты. 2) Трансформатор Тесла. 3) Излучающий и приемный вибраторы Герца. 4) Неоновая лампа в приемном вибраторе. 5) Электронный генератор ультравысокой частоты. 6) Излучение и распространение электромагнитных волн.

### 3.5. Лабораторные работы

#### СЕМЕСТР 3

На занятиях осуществляется: допуск к работе, сборка экспериментальной установки, выполнение эксперимента, обработка полученных результатов, оформление отчета, заключение по работе, получение дифференцированного зачета по выполненной работе.

При выполнении эксперимента студент выполняет задания:

- 1) соберите электрическую цепь в соответствии с принципиальной схемой;
- 2) научитесь пользоваться электроизмерительными приборами; определите системы приборов, их пределы измерения, класс точности, относительную и абсолютную погрешности;
- 3) продумайте последовательность действий при выполнении эксперимента;
- 4) выполните эксперимент, записывая результаты непосредственных измерений в заранее подготовленную таблицу;
- 5) постройте графики исследованных в эксперименте зависимостей одних величин от других;
- 6) сделайте необходимые вычисления;
- 7) определите погрешности полученных результатов;
- 8) оформите выполненную работу;
- 9) напишите заключение по выполненной работе.

Лабораторные работы оснащены инструкциями, содержащими перечень оборудования и задания.

#### Лабораторная работа 1 (4 часа)

*Тема:* Определение емкости конденсатора баллистическим методом

*Цель:* развивать навыки сборки цепей, выполнения измерений; определить емкость конденсатора баллистическим методом.

*Оборудование:* лабораторная установка для определения емкости конденсатора баллистическим методом.

#### Лабораторная работа 2 (4 часа)

*Тема:* Изучение магнитоэлектрического гальванометра

*Цель:* научиться рассчитывать шунт к амперметру и добавочное сопротивление к вольтметру.

*Оборудование:* лабораторная установка для расширения пределов измерения электроизмерительных приборов.

#### Лабораторная работа 3 (4 часа)

*Тема:* Экспериментальное обоснование закона Ома

*Цель:* развивать навыки сборки цепей, выполнения измерений, построения графиков; познакомиться с доказательным опытом по обоснованию закона Ома.

*Оборудование:* лабораторная установка для экспериментального обоснования закона Ома.

#### Лабораторная работа 4 (4 часа)

*Тема:* Определение сопротивлений мостом постоянного тока

*Цель:* развивать навыки сборки цепей, выполнения измерений; научиться определять сопротивление мостом постоянного тока.

*Оборудование:* лабораторная установка для определения сопротивлений мостом постоянного тока.

#### Лабораторная работа 5 (4 часа)

*Тема:* Получение вольтамперной характеристики полупроводникового диода

*Цель:* развивать навыки сборки цепей, выполнения измерений, построения графиков; исследовать вольтамперные характеристики диода.

*Оборудование:* лабораторная установка для получения вольтамперной характеристики полупроводникового диода.

#### Лабораторная работа 6 (4 часа)

*Тема:* Изучение эффекта Холла в полупроводниках

*Цель:* развивать навыки сборки цепей, выполнения измерений, построения графиков; определить элементарный заряд в опыте по электролизу.

*Оборудование:* лабораторная установка для определения величины элементарного заряда.

Лабораторная работа (дополнительная, для самостоятельной работы)

*Тема:* Изучение процессов заряда и разряда конденсатора

*Цель:* развивать навыки сборки цепей, выполнения измерений, построения графиков; изучить процессы заряда и разряда конденсатора.

*Оборудование:* лабораторная установка для изучения процессов заряда и разряда конденсатора.

### 3.6. Контроль самостоятельной работы

Учебным планом не предусмотрены

### 3.7. Самостоятельная работа студентов

Рекомендуемые формы самостоятельной работы студентов: 1) оформление конспекта; 2) решение физических задач; 3) подготовка к лабораторной работе; 4) оформление отчета по лабораторной работе; 5) подготовка к контрольной работе.

## 4. Фонд оценочных средств

ФОС включает оценочные средства текущего, промежуточного и итогового контроля (Приложение 1).

## 5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### 5.1. Основная литература

1. Вергелес, С. Н. Теоретическая физика. Квантовая электродинамика : учебник для вузов / С. Н. Вергелес. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 262 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01663-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/513140> (дата обращения: 07.03.2025).
2. Гершензон, Е.М. Электродинамика: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. / Е.М. Гершензон, Н.Н. Малов, А.Н. Мансуров. — Москва : Издательский центр «Академия», 2002. — 352 с. — Текст : непосредственный.
3. Гринев, А. Ю. Основы электродинамики с Matlab : учебное пособие / А. Ю. Гринев, Е. В. Ильин. — Москва : Логос, 2012. — 176 с. — ISBN 978-5-98704-700-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL:



<https://www.iprbookshop.ru/13009.html> (дата обращения: 08.03.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

4. Иродов, И.Е. Задачи по общей физике: учеб. пособие для вузов / И.Е. Иродов. — Москва : БИНОМ. Лаборатория Знаний, 2007. — 432 с. — Текст : непосредственный.
5. Потапов, Л. А. Электродинамика и распространение радиоволн : учебное пособие для вузов / Л. А. Потапов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 196 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05369-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/514146> (дата обращения: 07.03.2025).

## **5.2. Дополнительная литература**

1. Андрусевич, Л. К. Электродинамика и распространение радиоволн : учебное пособие / Л. К. Андрусевич, А. А. Ищук. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2009. — 207 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/54807.html> (дата обращения: 08.03.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
2. Бабецкий, В. И. Прикладная физика. Механика. Электромагнетизм : учебное пособие для вузов / В. И. Бабецкий, О. Н. Третьякова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 325 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08705-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/514898> (дата обращения: 07.03.2025).
3. Бондарев, Б.В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 2: электромагнетизм, оптика, квантовая физика: учебник для вузов / Б.В. Бондарев, Н.П. Калашников, Г.Г. Спирин. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 441 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-1754-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/535754> (дата обращения: 07.03.2025).
4. Калашников, Н.П. Основы физики: Учеб. для вузов: В 2 т. Т. 1 / Н.П. Калашников, М.А. Смондырев. — Москва : Дрофа, 2003. — 400 с. — Текст : непосредственный
5. Калашников, С.Г. Электричество: Учеб. пособие для студ. физических спец. вузов / С.Г. Калашников. — Москва : Физматлит, 2004. — 624 с. — Текст : непосредственный.
6. Коростелев, Ю. С. Электродинамика - это просто : учебное пособие для самостоятельной работы студентов / Ю. С. Коростелев, А. В. Пашин. — Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2010. — 132 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/20451.html> (дата обращения: 08.03.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

## **6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

### **6.1. Перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Физика в опытах и экспериментах: <https://www.getaclass.ru/course/fizika-v-opytah-i-eksperimentah>
2. Журналы:  
<https://fiz.1sept.ru/fizarchive.php> — Физика  
<http://www.kvant.info/> — Квант  
[https://www.elibrary.ru/title\\_about.asp?id=9870](https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=9870) — Учебная физика  
<https://iopscience.iop.org/journal/0031-9120> — Physics Education  
<https://aapt.scitation.org/journal/pte> — The Physics Teacher

## **6.2. Перечень необходимых профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

Электронная библиотечная система «IPR SMART». Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>

Электронная библиотечная система «Юрайт». Режим доступа: <https://urait.ru>

Электронно-библиотечная система «Лань» (раздел «Сетевая электронная библиотека педагогических вузов»). Режим доступа: <https://e.lanbook.com>

Электронно-библиотечная система «Руконт». Режим доступа: <https://lib.rucont.ru/search>

Межвузовская электронная библиотека. Режим доступа: <https://icdlib.nspu.ru/>

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Национальная электронная детская библиотека. Режим доступа: <https://arch.rgdb.ru/xmlui/>

Национальная электронная библиотека. Режим доступа: <https://rusneb.ru>

Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. Режим доступа: <https://www.prilib.ru>

Polpred.com Обзор СМИ. Режим доступа: <https://polpred.com>

## **7. Методические указания и учебно-методическое обеспечение для обучающихся по освоению дисциплины**

Дисциплина реализуется в соответствии с указаниями «Методические рекомендации по организации образовательного процесса при освоении дисциплины», размещенными в ЭИОС университета ([eios.ggpi.org](https://eios.ggpi.org)).

Методические рекомендации для работы с инвалидами и лицами с ОВЗ размещены в ЭИОС университета ([eios.ggpi.org](https://eios.ggpi.org)).

## **8. Материально-техническая база, программное обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Учебный корпус 1, аудитории 201, 208, 209.

Полный перечень материально-технической базы и программного обеспечения размещены в ЭИОС университета (eios.ggpi.org).

## **9. Рейтинг-план оценки успеваемости студентов**

В течение семестра проводится рейтинг для осуществления текущего контроля за освоением учебного материала студентами. За факт посещения занятий баллы не ставятся. Оценивание результатов всех видов деятельности производится по пятибалльной шкале.

*Оценки по теории.* Систематически на лекциях проводятся *собеседования по пройденному материалу* (не реже одного раза в три лекции); *проверка знания формул* (не менее 4 раз за семестр). Четыре раза в семестр проводятся *контрольные работы по теории*.

*Оценки по практике.* В течение семестра проводятся не менее четырех *контрольных работ по задачам*.

*Оценки по лабораторным работам.* Студенты сдают письменные *отчеты по лабораторным работам*.

- 1) Перед выполнением лабораторной работы проводится краткое собеседование или студенты в течение 30 минут письменно излагают теоретический материал, изученный при подготовке к работе.
- 2) Студент допускается к выполнению работы, если в его тетради оформлена заготовка отчета, и он понимает физическую сущность явлений, которые собирается исследовать.
- 3) В процессе выполнения работы проверяются знания принципа действия используемых приборов, умения собирать экспериментальную установку, выполнять измерения и обрабатывать их результаты.
- 4) Полностью готовый отчет по работе проверяется преподавателем.
- 5) По каждой работе студент получает две оценки: первую – за теорию, вторую – за проведение и оформление результатов эксперимента.

## Лист регистрации изменений и дополнений к РПД

(фиксируются изменения и дополнения перед началом учебного года,  
при необходимости внесения изменений на следующий год –  
оформляется новый лист изменений)

Номер изменения	Содержание изменений	Номер и дата распоряди- тельного документа о внесении изменений
1		
2		
3		
4		
5		
6		

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ОБЩАЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИКА. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

## 1. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и послитогового контроля по дисциплине

**1.1.** Настоящий Фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине «Общая и экспериментальная физика. Электродинамика» является неотъемлемым приложением к рабочей программе дисциплины «Общая и экспериментальная физика. Электродинамика» (РПД). На данный ФОС распространяются все реквизиты утверждения, представленные в РПД по данной дисциплине.

**1.2.** Оценивание всех видов контроля (текущего, промежуточного, послитогового) осуществляется по 5-ти балльной шкале.

**1.3.** Результаты оценивания текущего контроля учитываются в рейтинге.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными индикаторами достижения компетенций

Код компетенции	ПК-1
Формулировка компетенции	Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач
Индикатор достижения компетенции	ИПК-1.1. Знает структуру, состав и дидактические единицы предметной области (преподаваемого предмета). ИПК-1.2. Умеет осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС ОО. ИПК-1.3. Демонстрирует умение разрабатывать различные формы учебных занятий, применять методы, приемы и технологии обучения, в том числе информационные.

Код компетенции	ПК-3
Формулировка компетенции	Способен формировать развивающую образовательную среду для достижения личностных, предметных и метапредметных результатов обучения средствами преподаваемых учебных предметов
Индикатор достижения компетенции	ИПК-3.1. Владеет способами интеграции учебных предметов для организации развивающей учебной деятельности (исследовательской, проектной, групповой и др.). ИПК-3.2. Использует образовательный потенциал социокультурной среды региона в преподавании (предмета по профилю) в учебной и во внеурочной деятельности. ИПК-3.3. Знает психолого-педагогические условия создания развивающей образовательной среды для достижения личностных и метапредметных результатов обучения

## 3. Содержание оценочных средств текущего контроля и критерии их оценивания

**3.1.** Текущий контроль осуществляется преподавателем дисциплины при проведении занятий в следующих формах: собеседование по пройденному материалу, проверка знания формул, контрольная работа по теории, контрольная работа по задачам, отчет по лабораторной работе.

**3.2.** Формы текущего контроля и критерии их оценивания.

### **Форма контроля 1: собеседование по пройденному материалу**

*Типовые вопросы для собеседования по пройденному материалу*

Проверяемые компетенции и индикаторы достижения компетенций: ПК-1: ИПК-1.1., ИПК-1.2., ИПК-1.3.; ПК-3: ИПК-3.1., ИПК-3.2., ИПК-3.3.

Время ответа на поставленный вопрос не более 2-3 минут.

Критерии оценивания: исчерпывающий ответ – 5 баллов; ответ с неточностями – 4 балла; удовлетворительный ответ – 3 балла; неверный ответ – 2 балла; отсутствие ответа – 1 балл.

1. Чему равен заряд электрона?
2. В чем состоят фундаментальные свойства заряда?
3. Какая электрическая система называется замкнутой?
4. Сформулируйте закон сохранения заряда.
5. Сформулируйте закон Кулона.
6. Назовите единицы заряда.
7. Чему равна электрическая постоянная?
8. Что такое диэлектрическая проницаемость среды?
9. Назовите единицы измерения напряженности.
10. Дайте определение пробного заряда.
11. Назовите формулу напряженности поля точечного заряда.
12. Сформулируйте принцип суперпозиции.
13. Что такое электрический диполь?
14. Чему равен электрический момент диполя?
15. Как определить напряженность поля диполя?

### **Форма контроля 2: проверка знания формул**

*Типовые задания для проверки знания формул*

Проверяемые компетенции и индикаторы достижения компетенций: ПК-1: ИПК-1.1., ИПК-1.2., ИПК-1.3.; ПК-3: ИПК-3.1., ИПК-3.2., ИПК-3.3.

Время выполнения задания 3 минуты.

Критерии оценивания: правильная формула – 1 балл; неверная формула – 0 баллов; итоговая оценка определяется суммой набранных баллов.

Запишите следующие формулы:

- 1) закон Кулона;
- 2) электрическая постоянная;
- 3) напряженность электростатического поля;
- 4) поток вектора напряженности;
- 5) принцип суперпозиции электростатических полей.

### **Форма контроля 3: контрольная работа по теории**

*Типовая контрольная работа по теории*

Проверяемые компетенции и индикаторы достижения компетенций: ПК-1: ИПК-1.1., ИПК-1.2., ИПК-1.3.; ПК-3: ИПК-3.1., ИПК-3.2., ИПК-3.3.

Время выполнения задания 90 минут.

Критерии оценивания: Зачет по работе ставится, если даны не менее 50% верных ответов, удовлетворительно – не менее 60%, хорошо – не менее 80% и отлично – если даны не менее 90% правильных ответов.

### ***Типовая контрольная работа по электрическому току.***

На контрольную работу отводится два академических часа. Студент получает специальное пособие и аккуратно вписывает ответы на поставленные вопросы в отведенные для этого места. Текст и формулы пишутся ручкой, рисунки выполняются мягким карандашом.

#### ***1. Постоянный электрический ток.***

1. Дайте определение электрического тока.
2. Назовите условия существования тока.
3. Схематически изобразите опыт по демонстрации электрического тока в электростатике.
4. Напишите формулы для силы тока и плотности тока. Укажите их единицы измерения.
5. Какой ток называется постоянным? Напишите формулу для скорости движения носителей заряда.
6. Дайте определение и формулу электродвижущей силы.
7. Дайте определение сторонних сил. Охарактеризуйте природу и поле сторонних сил.
8. Напишите определение и формулу для напряжения.

#### ***2. Законы постоянного тока.***

1. Сформулируйте закон Ома, сделайте вывод закона Ома.
2. Приведите формулы для проводимости и сопротивления.
3. Запишите закон Ома в дифференциальной форме, поясните входящие в него величины.
4. Запишите закон Ома для однородного участка цепи, для неоднородного участка, для замкнутой цепи.
5. Дайте определение работы и мощности тока.
6. Запишите и поясните закон Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной формах.
7. Дайте определения узлов и контуров разветвленной цепи.
8. Запишите правила Кирхгофа.
9. Приведите алгоритм расчета электрических цепей.

#### ***3. Ток в вакууме, газах и электролитах.***

1. Опишите явление термоэлектронной эмиссии.
2. Нарисуйте вольтамперную характеристику вакуумного диода.
3. Нарисуйте схему электровакуумного триода.
4. Схематически изобразите электронно-лучевую трубку.
5. Дайте определение электрического разряда в газах. Как происходит ионизация газа?
6. Укажите условия самостоятельного и несамостоятельного разрядов в газах. Что такое ударная ионизация газа?
7. Дайте определение рекомбинации ионов.
8. Дайте определение плазмы.
9. Схематически изобразите диссоциацию и рекомбинацию.
10. Охарактеризуйте зависимость сопротивления электролита от температуры.
11. Дайте определение электролиза, напишите закон Фарадея.

#### ***4. Ток в металлах и полупроводниках.***

1. Охарактеризуйте электрический ток в металлах.
2. Напишите и поясните формулу зависимости сопротивления металла от температуры.
3. Укажите понятие и условия сверхпроводимости.
4. Дайте определение полупроводников. Что такое собственная проводимость?
5. Как и почему сопротивление полупроводника зависит от температуры и освещенности?
6. Дайте определение примесной проводимости. Приведите примеры.
7. Что такое контактная разность потенциалов?
8. Схематически изобразите и поясните электронно-дырочный переход.

### ***Форма контроля 4: контрольная работа по задачам***

#### ***Типовая контрольная работа по задачам***

Проверяемые компетенции и индикаторы достижения компетенций: ПК-1: ИПК-1.1., ИПК-1.2., ИПК-1.3.; ПК-3: ИПК-3.1., ИПК-3.2., ИПК-3.3.

Время выполнения задания 45 минут.

Критерии оценивания.

1. Условие задачи аккуратно и разборчиво записано словами.
2. Данные задачи кратко выписаны столбиком, переведены в систему СИ.
3. Корректно и аккуратно изображено относящееся к задаче физическое явление.
4. Пояснены все относящиеся к задаче формулы.
5. Правильно сделан вывод расчетной формулы.
6. Безошибочно получено числовое значение искомой величины.
7. Правильно записан и проанализирован полученный ответ.

Неправильно решенная задача получает 2 балла; правильно решенная задача оценивается 3 баллами, к которым добавляется по одному баллу за каждый выполненный пункт критериев оценивания. Все баллы суммируются; зачет по задаче ставится, если набраны не менее 5 баллов, удовлетворительно – не менее 6, хорошо – не менее 8 и отлично – если получены не менее 9 баллов.

### ***Типовая контрольная работа по задачам на электрический ток***

**Задача 1.** Найдите ЭДС элемента, если при измерении напряжения на его клеммах вольтметром с внутренним сопротивлением 20 Ом получаем 1,37 В, а при замыкании элемента на сопротивление 10 Ом получаем ток 0,132 А.

**Задача 2.** Какова толщина слоя меди, выделившегося за 5 ч при электролизе медного купороса, если плотность тока 80 А/м<sup>2</sup>?

### **Форма контроля 5: отчет по лабораторной работе**

#### *Типовой отчет по лабораторной работе*

Проверяемые компетенции и индикаторы достижения компетенций: ПК-1: ИПК-1.1., ИПК-1.2., ИПК-1.3.; ПК-3: ИПК-3.1., ИПК-3.2., ИПК-3.3.

Время выполнения задания: в течение лабораторных занятий.

На каждое занятие студент приходит с заранее оформленной заготовкой отчетов по запланированным экспериментам. Студент допускается к выполнению эксперимента, если он: 1) предъявляет полноценную заготовку отчета; 2) понимает физическую сущность исследуемого явления; 3) представляет порядок выполнения эксперимента; 4) знает требования техники безопасности.

Для оформления лабораторных работ необходима рабочая тетрадь. В качестве нее лучше всего подходит обычная ученическая тетрадь в клеточку объемом 18 листов. Записи в тетради производятся чернилами, рисунки выполняются мягким карандашом с грифелем 2В диаметром 0,5 мм. Отчеты по выполненным экспериментам включают следующие пункты.

1. **Название исследования**, которое определяет содержание предстоящей лабораторной работы.
2. **Цели эксперимента** студент формулирует самостоятельно. Для этого нужно прочитать имеющееся в пособии описание экспериментального исследования и представить себе основные его этапы. Затем необходимо сформулировать и записать цели обучения, развития и воспитания, которые студент перед собой ставит.
3. **Вывод расчетной формулы** осуществляется в основном по инструкции к лабораторной работе или конспектам лекций. Электрическая схема для изучения явления совершенно необходима.
4. **Устройство и принцип действия физических приборов.** При подготовке к работе должны быть изучены используемые в ней физические приборы и в рабочей тетради описаны те из них, которые студенту встречаются впервые.
5. **Экспериментальная установка.** По приведенному в пособии описанию студент рисует электрическую схему экспериментальной установки, обозначает на ней все элементы установки и поясняет их назначение.



6. *Выполнение эксперимента* заключается в создании условий для воспроизведения исследуемого явления и проведении необходимых измерений. Поэтому при подготовке отчета в рабочей тетради должен быть представлен порядок выполнения эксперимента, сделаны карандашом заготовки таблиц для записи результатов непосредственных измерений и вычислений, оставлено место для возможных заметок по ходу эксперимента.
  7. *Наблюдаемые явления.* Если в процессе выполнения учебного исследования студент впервые наблюдает электрические явления, то они должны быть описаны и объяснены.
  8. *Результаты эксперимента.* Студент самостоятельно выбирает способ обработки экспериментальных данных. Предпочтение отдается общепринятому алгоритму обработки результатов непосредственных измерений, который состоит в вычислении стандартной погрешности.
  9. *Дополнительные вопросы.* В описании каждой лабораторной работы приведены дополнительные вопросы, на которые должен уметь отвечать студент.
  10. *Заключение.* Студент указывает особенности выполненного эксперимента, перечисляет встретившиеся трудности, делает самооценку своей деятельности и определяет, насколько удалось достичь поставленные перед собой цели.
  11. *Оценивание выполненной работы.* На каждом занятии, кроме двух первых, студенты отчитываются по выполненной на предыдущем занятии работе. После беседы со студентом преподаватель двумя независимыми оценками по пятибалльной шкале оценивает знание физической теории исследованного явления (пункты 1, 3, 4) и экспериментальные умения, полученные при выполнении лабораторной работы (пункты 5-8). При необходимости он задает один или несколько дополнительных вопросов.
- Оценки записываются в рабочую тетрадь, ставится дата и подпись преподавателя.

### **3.3. Методические указания по проведению процедуры текущего контроля**

1. Текущий контроль проводится на протяжении всего семестра.
2. Сбор, обработка и оценивание результатов текущего контроля проводятся преподавателем, ведущим дисциплину.
3. Предъявление результатов оценивания осуществляется в течение недели после проведения контрольного мероприятия.
4. Результаты текущего контроля учитываются в рейтинге по дисциплине.
5. Все материалы, полученные от обучающихся в ходе текущего контроля (контрольная работа, диктант, тест, организация дискуссии, круглого стола, доклад, реферат, отчет по лабораторной работе, отчет по педагогической практике и т.п.), должны храниться в течение текущего семестра на кафедрах.
6. Считать, что положительные результаты текущего контроля свидетельствуют об успешном процессе формирования указанных компетенций и индикаторов достижения компетенций (этапов формирования компетенций).

## **4. Содержание оценочных средств промежуточной аттестации и критерии их оценивания**

- 4.1. Промежуточная аттестация проводится в виде экзамена.
- 4.2. Содержание оценочного средства совпадает с содержанием дисциплины, представленным в рабочей программе дисциплины. Форма оценочного средства представляет собой набор из экзаменационных билетов, число которых равно числу тем лекционных занятий. Каждый билет состоит из трех пунктов: знать, уметь и владеть.

Проверяемые компетенции и индикаторы достижения компетенций: ПК-1: ИПК-1.1., ИПК-1.2., ИПК-1.3.; ПК-3: ИПК-3.1., ИПК-3.2., ИПК-3.3.

Время выполнения задания: 2 часа – письменное оформление ответа, 15 минут – устная беседа.

### Экзаменационные вопросы согласно ЯДРУ

1. Электрический заряд и его свойства. Закон Кулона. Принцип суперпозиции. Напряженность электрического поля. Поле точечного заряда, системы зарядов.
2. Теорема Остроградского-Гаусса для электрического поля в вакууме и ее применение к расчету полей.
3. Разность потенциалов, потенциал. Потенциал поля точечного заряда, системы зарядов.
4. Связь потенциала и напряженности электростатического поля.
5. Напряженность и потенциал поля бесконечной плоскости, бесконечного цилиндра, сферы
6. Электрическая энергия системы неподвижных точечных зарядов
7. Распределение зарядов в проводнике. Эквипотенциальность проводника. Напряженность поля у поверхности проводника и ее связь с поверхностной плотностью зарядов.
8. Проводник во внешнем электростатическом поле. Электростатическая защита. Метод зеркальных изображений.
9. Емкость уединенного проводника и конденсатора. Плоский, сферический и цилиндрические конденсаторы.
10. Последовательное и параллельное соединение конденсаторов.
11. Поляризация диэлектриков. Поляризованность  $\vec{P}$ . Поверхностная плотность связанных зарядов.
12. Вектор электрического смещения  $\vec{D}$ . Диэлектрическая проницаемость и восприимчивость.
13. Граничные условия для векторов напряженности  $\vec{E}$  и электрического смещения  $\vec{D}$ . Преломление линий напряженности на границе раздела диэлектриков.
14. Пьезоэлектрики, сегнетоэлектрики, электреты.
15. Электрическая энергия заряженного проводника, заряженного конденсатора. Плотность энергии электрического поля.
16. Плотность и сила тока. Уравнение непрерывности.
17. Закон Ома для однородного участка цепи (в интегральной и дифференциальной формах). Сопротивление. Последовательное и параллельное соединение проводников.
18. Электродвижущая сила. Закон Ома для участка цепи, содержащего ЭДС, и для замкнутой цепи.
19. Разветвленные цепи постоянного тока. Правила Кирхгофа.
20. Закон Джоуля-Ленца. Дифференциальная форма закона Джоуля-Ленца.
21. Полная, полезная мощности и КПД цепи постоянного тока.
22. Электропроводность твердых тел. Проводники, диэлектрики и полупроводники. Природа тока в металлах, опыты Толмена и Стюарта.
23. Классическая теория электропроводности металлов. Зависимость сопротивления металлов от температуры.
24. Собственная и примесная электропроводность полупроводников.
25. Контактные явления в металлах и полупроводниках. Свойства  $p$ - $n$ -перехода.
26. Электрический ток в электролитах. Законы Фарадея для электролиза.
27. Химические источники тока.
28. Электрический ток в газах. Самостоятельный и несамостоятельный разряды.
29. Самостоятельные разряды в газах: тлеющий, дуговой, искровой и коронный.
30. Сила Ампера. Индукция магнитного поля. Работа силы Ампера
31. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Лоренца.
32. Магнитное поле движущегося заряда и элемента тока. Закон Био-Савара-Лапласа.
33. Магнитное поле прямого и кругового токов. Взаимодействие параллельных прямых токов.
34. Магнитный момент витка с током. Виток с током в однородном и неоднородном магнитном поле.
35. Закон полного тока. Его применение для расчета магнитного поля.
36. Движение заряженных частиц в однородном магнитном поле. Эффект Холла.

37. Намагниченность. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость и восприимчивость. Уравнения Максвелла для постоянного магнитного поля в магнетике.
38. Граничные условия для векторов индукции и напряженности магнитного поля. Преломление линий магнитной индукции на границе раздела магнетиков.
39. Диамагнетизм и парамагнетизм.
40. Ферромагнетизм. Магнитный гистерезис. Точка Кюри.
41. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца. Физическая природа ЭДС индукции. Вихревые токи.
42. Самоиндукция и взаимоиנדукция. Индуктивность. Расчет индуктивности длинного соленоида.
43. Магнитная энергия тока. Плотность энергии магнитного поля.
44. Переменный квазистационарный ток. Закон Ома для цепей квазистационарного тока.
44. Мощность переменного тока. Действующие значения напряжения и силы тока.
45. Метод векторных диаграмм и метод комплексных амплитуд для расчета цепей квазистационарного тока.
46. Резонанс в последовательном и параллельном контурах переменного тока.
47. Электрический колебательный контур. Собственные колебания. Формула Томсона. Затухающие колебания. Добротность.
48. Ток смещения. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме для переменных электрического и магнитного полей.
49. Плоские электромагнитные волны в вакууме. Опыты Герца.
50. Плотность энергии электромагнитного поля. Поток энергии. Вектор Пойнтинга. Шкала электромагнитных волн.

*Примерное содержание экзаменационных билетов*

#### **Экзаменационный билет № 1**

##### **ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЕ ПОЛЕ**

1. *Знать физическую теорию.* Электрический заряд: элементарный заряд; фундаментальные свойства заряда; замкнутая электрическая система; закон сохранения заряда. Взаимодействие точечных зарядов: закон Кулона; единицы заряда; электрическая постоянная; диэлектрическая проницаемость среды. Напряженность электростатического поля: единицы измерения; пробный заряд; напряженность поля точечного заряда. Суперпозиция напряженностей: принцип суперпозиции; электрический диполь; электрический момент диполя; напряженность поля диполя.
2. *Уметь объяснять физические явления.* В стеклянную кювету тонким слоем наливают трансформаторное масло и погружают в него два металлических электрода. Поверхность масла равномерно посыпают манной крупой. На электроды подают высокое напряжение, при этом крупинки на масле перераспределяются и обозначают линии напряженности электростатического поля. Объясните, почему так происходит.
3. *Владеть методами решения физических задач.* Расстояние между двумя точечными зарядами 1 мкКл и –1 мкКл равно 10 см. Определите силу, действующую на точечный заряд 0,1 мкКл, удаленный на 6 см от первого и на 8 см от второго зарядов.

#### **Экзаменационный билет № 2**

##### **ТЕОРЕМА ГАУССА И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ**

1. *Знать физическую теорию.* Поток вектора напряженности: линии напряженности; поток вектора через малую площадку; поток через произвольную поверхность. Теорема Гаусса: поверхностная плотность заряда; поле равномерно заряженной бесконечной плоскости; поле равномерно заряженной сферической поверхности; объемная плотность заряда; поле объемно заряженного шара; линейная плотность заряда; напряженность поля равномерно заряженного бесконечного цилиндра.
2. *Уметь объяснять физические явления.* При исследовании явлений электростатики металлические поверхности физических приборов делают гладкими, а их края закругленными.

ными, чтобы электричество с них не стекало. Объясните физический смысл этого словосочетания.

3. Владеть методами решения физических задач. Две бесконечные параллельные пластины несут заряды с поверхностными плотностями  $1 \text{ нКл/м}^2$  и  $43 \text{ нКл/м}^2$ . Найдите напряженность поля между пластинами и вне пластин.

### Экзаменационный билет № 3

#### ПОТЕНЦИАЛ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ

1. Знать физическую теорию. Работа перемещения заряда в электростатическом поле: циркуляция вектора напряженности электростатического поля; теорема о циркуляции. Потенциал электростатического поля заряда: потенциальная энергия заряда; потенциал точки поля; единицы измерения; потенциал поля точечного заряда. Разность потенциалов. Градиент потенциала. Связь с напряженностью. Эквипотенциальные поверхности и силовые линии: принцип суперпозиции для потенциала; изображения электростатических полей.
2. Уметь объяснять физические явления. Схематически изобразите демонстрационный электрометр. Объясните, в чем отличие этого прибора от электроскопа. Почему с помощью электрометра можно измерять не только электрический заряд, но и напряжение?
3. Владеть методами решения физических задач. Заряды  $Q_1=1 \text{ мкКл}$  и  $Q_2=-1 \text{ мкКл}$  находятся на расстоянии  $10 \text{ см}$ . Определите напряженность и потенциал поля в точке, удаленной на расстояние  $10 \text{ см}$  от первого заряда и лежащей на линии, проходящей через первый заряд перпендикулярно направлению от  $Q_1$  к  $Q_2$ .

### Экзаменационный билет № 4

#### ДИЭЛЕКТРИКИ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

1. Знать физическую теорию. Типы диэлектриков: неполярные, полярные, ионные диэлектрики; поляризация диэлектриков; виды поляризации: электронная (деформационная), ориентационная (дипольная), ионная. Диэлектрик в электрическом поле: поляризованность и диэлектрическая восприимчивость; свободные и связанные заряды; диэлектрическая проницаемость. Электрическое смещение: линии электрического смещения; теорема Гаусса для электростатического смещения в диэлектрике; условия на границе раздела двух диэлектрических сред.
2. Уметь объяснять физические явления. В вашем распоряжении имеются пластина изолона или воздушный шарик, мех и неоновая лампа. Докажите, что на поверхности диэлектрика могут быть связанные заряды.
3. Владеть методами решения физических задач. Между пластинами плоского конденсатора находится плотно прилегающая стеклянная пластинка. Конденсатор заряжен до разности потенциалов  $100 \text{ В}$ . Какова будет разность потенциалов, если удалить стекло из прибора?

### Экзаменационный билет № 5

#### ПРОВОДНИКИ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

1. Знать физическую теорию. Напряженность поля в проводнике. Эквипотенциальность поверхности проводника. Связь между плотностью заряда и напряженностью поля вблизи проводника. Электростатическая индукция: физическая сущность; электризация через влияние; электрофор и электрофорная машина. Электрическая емкость: единицы измерения; емкость уединенного шара; конденсатор; емкость плоского конденсатора. Батареи конденсаторов. Параллельное и последовательное соединения конденсаторов. Трансформатор Маркса.
2. Уметь объяснять физические явления. На демонстрационном столе находятся электрометр с кондуктором, эбонитовая палочка и мех. Докажите, что существует явление

электростатической индукции. Как от одной наэлектризованной эбонитовой палочки передать электрометру положительный и отрицательный заряды?

3. Владеть методами решения физических задач. Точечный заряд 20 нКл находится на расстоянии 10 см от бесконечной металлической плоскости, соединенной с Землей. Определите силу взаимодействия между зарядом и плоскостью.

#### Экзаменационный билет № 6

##### ЭНЕРГИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

1. Знать физическую теорию. Энергия двух неподвижных точечных зарядов, нескольких зарядов, уединенного заряженного проводника. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электростатического поля. Объемная плотность энергии. Пондеромоторная сила. Сила взаимного притяжения пластин конденсатора. Связь энергии и силы.
2. Уметь объяснять физические явления. Пластину изолона наэлектризовали мехом. За изолирующую ручку металлический диск поместили на изолон и затем подняли, при этом изолон остался на месте. Повторили этот опыт, но когда диск лежал на изолоне, прикоснулись к поверхности диска пальцем. Теперь изолон поднимается вместе с диском. В чем причина этого явления?
3. Владеть методами решения физических задач. Расстояние между пластинами плоского конденсатора – 2 см, разность потенциалов – 6 кВ. Заряд каждой пластины равен 10 нКл. Определите энергию поля конденсатора и силу взаимного притяжения пластин.

#### Экзаменационный билет № 7

##### ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

1. Знать физическую теорию. Электрический ток. Условия существования тока. Пример электрического тока в электростатике. Сила тока и плотность тока. Единицы измерения. Постоянный ток. Скорость движения носителей заряда. Плотность тока. Ток в проводниках. Электродвижущая сила. Сторонние силы. Природа и поле сторонних сил. Напряжение.
2. Уметь объяснять физические явления. В вашем распоряжении имеются батарейка на 4,5 В, лампочка на 3,5 В, полупроводниковый диод и соединительные провода. Докажите, что по замкнутой электрической цепи постоянный ток идет только по одному направлению.
3. Владеть методами решения физических задач. Сопротивление вольфрамовой нити электролампы при 20°C равно 35,8 Ом. Определите температуру нити лампы, если при включении в сеть напряжением в 120 В по нити идет ток 0,33 А. Температурный коэффициент сопротивления вольфрама равен 0,0046 К<sup>-1</sup>.

#### Экзаменационный билет № 8

##### ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

1. Знать физическую теорию. Закон Ома: вывод закона Ома; проводимость и сопротивление; закон Ома в дифференциальной форме; закон Ома для однородного участка цепи, для неоднородного участка, для замкнутой цепи. Работа и мощность тока: закон Джоуля-Ленца; интегральная и дифференциальная формы. Параллельное и последовательное соединения резисторов. Расчет электрических цепей: узлы и контуры разветвленной цепи; правила Кирхгофа; алгоритм расчета электрических цепей.
2. Уметь объяснять физические явления. В вашем распоряжении имеются батарейка на 4,5 В, две одинаковые лампочки на 3,5 В и соединительные провода. Параллельно или последовательно нужно включить лампочки, чтобы они горели максимально ярко?
3. Владеть методами решения физических задач. Определите внутреннее сопротивление источника, если при внешнем сопротивлении 1 Ом напряжение на клеммах источника 2 В, а при внешнем сопротивлении 2 Ом – 2,4 В.

### Экзаменационный билет № 9

#### ТОК В ВАКУУМЕ, ГАЗАХ И ЭЛЕКТРОЛИТАХ

1. *Знать физическую теорию.* Электрический ток в вакууме: явление термоэлектронной эмиссии; вольтамперная характеристика вакуумного диода; электровакуумный триод; электронно-лучевая трубка. Электрический ток в газах: электрический разряд в газах; ионизация газа; самостоятельный и несамостоятельный разряды в газах; ударная ионизация газа; рекомбинация ионов; плазма. Электрический ток в электролитах: диссоциация и рекомбинация; зависимость сопротивления электролита от температуры; явление электролиза; закон Фарадея; теоретический вывод закона Фарадея; заряды ионов.
2. *Уметь объяснять физические явления.* Ионный вентилятор состоит из острия и кольца, изготовленных из металла и подключенных к источнику высокого напряжения. Объясните, почему это устройство способно дать довольно сильный поток воздуха?
3. *Владеть методами решения физических задач.* Две электролитические ванны соединены последовательно. В первой ванне выделилось 3,9 г цинка, во второй за то же время 2,24 г железа. Цинк двухвалентен. Определите валентность железа.

### Экзаменационный билет № 10

#### ТОК В МЕТАЛЛАХ И ПОЛУПРОВОДНИКАХ

1. *Знать физическую теорию.* Электрический ток в металлах: отсутствие переноса вещества; носители заряда в металлах; зависимость сопротивления металла от температуры; явление сверхпроводимости. Электрический ток в полупроводниках: полупроводники; собственная проводимость; зависимость сопротивления от температуры и освещенности; примесная проводимость; контактная разность потенциалов; электронно-дырочный переход.
2. *Уметь объяснять физические явления.* Почему при увеличении температуры проводника его сопротивление увеличивается, а сопротивление полупроводника уменьшается?
3. *Владеть методами решения физических задач.* В медном проводнике длиной 2 м и площадью поперечного сечения  $0,4 \text{ мм}^2$  идет ток. При этом каждую секунду выделяется энергия 0,35 Дж. Сколько электронов проходит за 2 с через поперечное сечение этого проводника?

### Экзаменационный билет № 11

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАКОНЫ МАГНЕТИЗМА

1. *Знать физическую теорию.* Ферро-, диа- и парамагнетики. Магнитное поле. Источники магнитного поля. Рамка с током. Направление магнитного поля. Гипотеза Ампера. Магнитный момент рамки с током. Вектор магнитной индукции. Единицы измерения. Линии магнитной индукции. Принцип суперпозиции. Закон Био-Савара-Лапласа: магнитное поле прямого тока; магнитное поле в центре кругового тока. Закон Ампера: взаимодействие параллельных токов; магнитное поле параллельных проводников с токами. Единицы измерения магнитных величин: магнитная постоянная; индукция и напряженность магнитного поля; сила тока.
2. *Уметь объяснять физические явления.* В вашем распоряжении имеются неодимовый магнит, плоский сосуд с водой, изолон или пенопласт, различные материалы. Объясните, что нужно сделать, чтобы определить, какие из этих материалов относятся к ферро-, диа- и парамагнетикам.
3. *Владеть методами решения физических задач.* Два проводящих кольца расположены в двух взаимно перпендикулярных плоскостях так, что центры этих колец совпадают. Радиусы колец равны 2 см и 4 см, а токи – 10 А и 5 А соответственно. Найдите индукцию магнитного поля в центре системы.

## Экзаменационный билет № 12

### ПОСТОЯННОЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

1. *Знать физическую теорию.* Заряд в магнитном поле: сила Лоренца и ее направление; работа силы Лоренца; формула Лоренца; движение заряженных частиц в магнитном поле; эффект Холла; практическое применение. Циркуляция вектора магнитной индукции: закон полного тока для магнитного поля в вакууме; вычисление индукции магнитного поля прямого тока. Магнитное поле катушек: изображения магнитных полей; индукция магнитного поля соленоида и тороида. Поток вектора магнитной индукции: единицы измерения; магнитный поток сквозь замкнутую поверхность; теорема Гаусса для магнитного поля. Работа магнитного поля: работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле.
2. *Уметь объяснять физические явления.* Что нужно сделать, чтобы пронаблюдать эффект Холла? В чем физическая сущность этого явления? Где оно применяется на практике?
3. *Владеть методами решения физических задач.* Вычислите радиус дуги окружности, которую описывает протон в магнитном поле с индукцией 15 мТл, если его скорость равна 2 Мм/с.

## Экзаменационный билет № 13

### ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ

1. *Знать физическую теорию.* Опыты Фарадея. Электромагнитная индукция. Выводы. Закон Фарадея для ЭДС электромагнитной индукции. Вывод закона Фарадея из закона сохранения энергии. Правило Ленца. ЭДС индукции в проводниках. Относительность электрического и магнитного полей. Вихревые индукционные токи Фуко.
2. *Уметь объяснять физические явления.* Сердечники трансформаторов набираются из тонких пластин или лент трансформаторного железа. Для чего это делается? Как должны быть расположены пластины сердечников в катушках трансформаторов? Почему?
3. *Владеть методами решения физических задач.* Прямой провод длиной 40 см движется в однородном магнитном поле со скоростью 5 м/с перпендикулярно линиям индукции. Разность потенциалов между концами провода равна 6 В. Вычислите индукцию магнитного поля.

## Экзаменационный билет № 14

### ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ

1. *Знать физическую теорию.* Электромагнитный генератор: принцип действия генератора переменного тока; коллектор генератора постоянного тока; электродвигатель. Индуктивность и самоиндукция: индуктивность контура; единицы измерения; индуктивность соленоида. Явление самоиндукции. Взаимная индукция: взаимная индуктивность катушек на общем сердечнике; трансформатор; режим холостого хода; коэффициент трансформации.
2. *Уметь объяснять физические явления.* На демонстрационном столе находятся батарейка, медный провод в лаковой изоляции, керамический или неодимовый магниты и нож. Объясните, как перечисленное оборудование можно использовать для изготовления простейшей модели коллекторного электродвигателя постоянного тока.
3. *Владеть методами решения физических задач.* Определите индуктивность катушки, если при изменении в ней силы тока от 0 до 5 А за время 2 с возникает ЭДС индукции 1 В.

#### 4.3. Критерии оценивания

Оценка за экзамен выставляется с учетом рейтинга. Если обучающийся набрал недостаточное количество баллов или хочет повысить оценку, то обучающийся сдает экзамен.

### Шкала оценивания для экзамена

Уровни освоения индикаторов достижения компетенций	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня	Академическая оценка	% освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный (высокий)	Творческая деятельность	Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий.	Отлично	90-100
Базовый	Продуктивная деятельность	Включает нижестоящий уровень. Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.	Хорошо	70-89
Удовлетворительный	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретического и практического материала.	Удовлетворительно	50-69
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		Неудовлетворительно	менее 50

#### 4.4. Методические указания по проведению процедуры промежуточной аттестации

1. Сроки проведения процедуры оценивания: по расписанию экзаменов. Если обучающийся по результатам рейтинговой системы не набирает нужное количество баллов или желает повысить оценку, то сдает экзамен согласно требованиям.
2. Сбор, обработка и оценивание результатов промежуточной аттестации проводится преподавателем, ведущим дисциплину.
3. Предъявление результатов оценивания осуществляется: по окончании ответа студента и фиксируется в зачетной книжке и экзаменационной ведомости.
4. При наличии письменных ответов обучающихся, полученных в ходе экзаменационной сессии, материалы хранятся в течение месяца после завершения сессии на кафедрах.
5. Порядок выполнения и защиты курсовой работы регламентирован «Положением о курсовой работе ФГБОУ ВО «Глазовский государственный педагогический институт имени В.Г. Короленко».
6. Считать, что положительные результаты промежуточного контроля свидетельствуют об успешном процессе формирования указанных компетенций и индикаторов достижения компетенций (этапов формирования компетенций).



## 5. Содержание оценочных средств для проверки сформированности компетенций и индикаторов достижения компетенций (поститоговый контроль) и критерии их оценивания

**Задания для проверки компетенции и индикаторов достижения компетенции: ПК-1: ИПК-1.1., ИПК-1.2., ИПК-1.3.**

Код компетенции	ПК-1
Формулировка компетенции	Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач
Индикатор достижения компетенции	ИПК-1.1. Знает структуру, состав и дидактические единицы предметной области (преподаваемого предмета). ИПК-1.2. Умеет осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС ОО. ИПК-1.3. Демонстрирует умение разрабатывать различные формы учебных занятий, применять методы, приемы и технологии обучения, в том числе информационные.

Время выполнения заданий: не более 30 минут

### **ИПК-1.1., ИПК-1.2.**

*Практическое задание 1.* Приведите примеры приборов из тех, с которыми вы имели дело при изучении курса электродинамики, в которых используется явление: электромагнитная индукция, постоянный ток, электростатическая индукция, электромагнитное излучение.

### **ИПК-1.3.**

*Практическое задание 2.* Расстояние  $d$  между пластинами плоского конденсатора с воздушным диэлектриком увеличили в 3 раза. Как изменится напряжение  $U$  на конденсаторе, если его заряд равен  $q$ ?

*Ключ к практическому заданию 1:*

Электромагнитная индукция – трансформатор.

Постоянный ток – выпрямитель.

Электростатическая индукция – электрофорная машина.

Электромагнитное излучение – полуволновой излучающий или приемный диполь.

*Ключ к практическому заданию 2:* Емкость плоского конденсатора  $C = \epsilon_0 \epsilon S / d$  обратно пропорциональна расстоянию  $d$  между его пластинами и равна отношению заряда  $q$  к напряжению  $U$ :  $C = q/U$ . Следовательно, напряжение на конденсаторе при неизменном заряде прямо пропорционально расстоянию между пластинами  $U \sim d$ . Поэтому при увеличении расстояния между пластинами в 3 раза напряжение на конденсаторе возрастет также в 3 раза.

**Задания для проверки компетенции и индикаторов достижения компетенции: ПК-3: ИПК-3.1., ИПК-3.2., ИПК-3.3.**

Код компетенции	ПК-3
Формулировка компетенции	Способен формировать развивающую образовательную среду для достижения личностных, предметных и метапредметных результатов обучения средствами преподаваемых учебных предметов
Индикатор достижения компетенции	ИПК-3.1. Владеет способами интеграции учебных предметов для организации развивающей учебной деятельности (исследовательской, проектной, групповой и др.). ИПК-3.2. Использует образовательный потенциал социокультур-

	<p>ной среды региона в преподавании (предмета по профилю) в учебной и во внеурочной деятельности.</p> <p>ИПК-3.3. Знает психолого-педагогические условия создания развивающей образовательной среды для достижения личностных и метапредметных результатов обучения</p>
--	---

Время выполнения заданий: не более 30 минут

### ИПК-3.1., ИПК-3.2.

*Практическое задание 1.* Колебательный контур, состоящий из катушки индуктивности и конденсатора емкостью 2 мкФ, настроен на частоту 250 Гц. Когда параллельно первому конденсатору подключают другой конденсатор, его частота становится 125 Гц. Определите емкость второго конденсатора. Ответ дайте в мкФ.

### ИПК-3.3.

*Практическое задание 2.* На входе в электрическую цепь квартиры стоит предохранитель, размыкающий цепь при силе тока 20 А. Подаваемое в цепь напряжение равно 220 В. Какое максимальное количество утюгов, мощность каждого из которых равна 400 Вт, можно одновременно включить в квартире?

*Ключ к практическому заданию 1:* частота колебательного контура до подключения второго конденсатора  $\nu_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_1}}$ . При подключении второго конденсатора емкость контура равна  $C = C_1 + C_2$ , а его частота –  $\nu_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L(C_1+C_2)}}$ . Найдем отношение частот, возведем обе части

в квадрат и выразим емкость второго конденсатора:  $C_2 = \left(\frac{\nu_1}{\nu_2}\right)^2 C_1 - C_1$  (6 мкФ).

*Ключ к практическому заданию 2:* все утюги включаются параллельно друг к другу, поэтому на все утюги подается одинаковое напряжение, а токи складываются. Предохранитель, стоящий в цепи, размыкается при мощности  $P = U \cdot I = 220 \cdot 20 = 4400$  (Вт). Каждый утюг потребляет мощность 400 Вт, следовательно, при включении  $4400 \text{ Вт} / 400 \text{ Вт} = 11$  утюгов и более цепь разомкнется (10 утюгов).

### Критерии оценивания:

Каждый индикатор достижения компетенции оценивается в 10 баллов:

- Тестовое задание оценивается в 10 баллов (ответ на вопрос теста стоит 0 или 2 балла);
- Задания на соответствие оцениваются в 10 баллов (каждое оценивается 0-5 баллов)
  - 5 баллов – полностью правильно найденные соответствия;
  - 4 балла – три правильных соответствия;
  - 3 балла – два правильных соответствия;
  - 2 балла – одно правильно соответствие;
  - 1 балл – отсутствие правильных соответствий;
  - 0 баллов – не приступал к выполнению задания;
- Каждое практическое задание оценивается в 10 баллов:
  - 10 баллов – студент правильно выполнил предложенные задания на основе изученной теории, методов, приемов, технологий;
  - 8 баллов – студент способен применять полученные теоретические знания в практической деятельности, решать типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов, при выполнении заданий допускает незначительные ошибки;
  - 6 баллов – при выполнении задания допущены грубые ошибки;
  - 0 баллов – студент не выполнил задание.

Оценка зависит от процента выполнения всех заданий.

### Шкала оценивания сформированности компетенции и индикаторов достижения компетенции

Уровни освоения индикатора (ов) достижений компетенций	Основные признаки выделения уровня	Академическая оценка	% выполнения всех заданий
Повышенный (высокий)	Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему / задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий.	Отлично	90-100
Базовый	Включает нижестоящий уровень. Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.	Хорошо	70-89
Удовлетворительный	Изложение в пределах задач курса теоретического и практического контролируемого материала.	Удовлетворительно	50-69
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня.	Неудовлетворительно	менее 50

Считать, что положительные результаты поститогового контроля свидетельствуют об успешном процессе формирования компетенции (ий) и индикатора (ов) достижения компетенции (ий) (этапа формирования компетенции). Если обучающийся получил оценку «неудовлетворительно», то считать компетенцию не сформированной на данном этапе. При получении оценок «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично» считать, что проверяемая компетенция сформирована на достаточном уровне.

#### *Методические указания для проверки остаточных знаний*

1. Сроки проведения процедуры оценивания: по графику деканата.
2. Сбор, обработка и оценивание результатов поститогового контроля проводится преподавателем по распоряжению деканата.
3. Предъявление результатов оценивания осуществляется в течение недели после проведения контрольного мероприятия, оформляется в виде отчета и хранится в деканате в течение всего срока обучения обучающегося.