

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГО-  
СУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»  
Институт физики

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института физики  
профессор д.ф.м.н. Вениг С.Б.



2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
*Электричество и магнетизм*

Направление подготовки бакалавриата  
*11.03.04 Электроника и нанoeлектроника*

Профиль подготовки бакалавриата  
*Физика и технология твердотельных электронных микро- и наноструктур*

Квалификация (степень) выпускника  
*Бакалавр*

Форма обучения  
*очная*

Саратов,  
2022

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватели-разработчики	Чурочкин Дмитрий Викторович		27.01.22
Председатель НМК	Скрипаль Анатолий Владимирович		28.01.22
Заведующий кафедрой	Аникин Валерий Михайлович		27.01.22
Специалист Учебного управления			

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Электричество и магнетизм» являются:

- ознакомление с электромагнитным видом взаимодействия в природе, электрическим зарядом и его свойствами, основными свойствами зарядов, законами электростатики и основными теоремами, понятием потенциала заряда, системы зарядов, основными уравнениями, поведением зарядов в проводниках и диэлектриках, понятием электрический ток и механизмами электропроводности, понятием магнитного поля и его свойствами, классификацией веществ по их магнитной восприимчивости, поля движущихся зарядов, явлением электромагнитной индукции и электромагнитного поля, волн в свободном пространстве, энергией, давлением, импульсом электромагнитного поля;
- приобретение навыков применять законы статических полей и электромагнитных полей и волн, оценивать основные параметры при взаимодействии веществ с различными полями.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Электричество и магнетизм» относится к обязательной части Блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана ООП. Дисциплина адресована студентам, выбравшим направление 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» профиль «Физика и технология твердотельных электронных микро- и наноструктур», изучается в третьем семестре (второй год обучения). Она включает в себя теоретическую и практическую части.

Для освоения дисциплины «Электричество и магнетизм» студенты используют знания, умения, навыки, сформированные в процессе изучения таких дисциплин, как «Механика», «Молекулярная физика», «Математический анализ и ТФКП», «Аналитическая геометрия и линейная алгебра», «Векторный и тензорный анализ».

Требования к «входным» знаниям, умениям и готовностям обучающегося, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

- знания по математике и физике в пределах программы дисциплин «Механика», «Молекулярная физика», «Математический анализ и ТФКП», «Векторный и тензорный анализ» и «Аналитическая геометрия и линейная алгебра», изучаемых в первом и втором семестрах;
- желание и умение логически мыслить и выделять главное на лекциях, практических и лабораторных занятиях;
- конспектировать лекционный материал;
- работать с основной и дополнительной литературой, учебно-методическими пособиями, задачками, справочной литературой;
- получать информацию из интернета;
- объяснять лаконично свои мысли и формулировать кратко полученные знания;
- воспринимать большой объем информации, поступающей на лекциях, практических занятиях;
- интенсивно работать с основной и дополнительной литературой, учебной и методической литературой, справочниками;
- критически оценивать свои имеющиеся пробелы в знаниях, умениях, навыках и определять пути их устранения через различные формы (самообразование, дополнительные задания, дополнительные занятия с преподавателями);
- учиться работать с приборами учебного лабораторного оборудования;
- развивать методы самоконтроля.

Знания, умения, навыки, полученные в ходе изучения этой дисциплины, позволяют успешно осваивать такие дисциплины, как «Оптика», «Атомная и ядерная физика»,

«Физика полупроводников», «Электродинамика сплошных сред», «Квантовая теория твёрдого тела», «Материалы электронной техники и нанoeлектроники», «Физико-химические основы технологии электроники и нанoeлектроники», «Технология материалов и структур электроники», «Вакуумная и плазменная электроника», «Физические основы твердотельной электроники», «Твердотельная электроника», «Микрoeлектроника и нанoeлектроника», «Квантовая и оптическая электроника», «Микросхемотехника», «Основы молекулярной электроники», «Оптические и электронные свойства материалов», «Поверхностные явления в полупроводниках», и успешно пройти технологическую, научно-исследовательскую и преддипломную практики.

### 3. Результаты обучения по дисциплине «Электричество и магнетизм»

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции	Результаты обучения
<p><b>ОПК-1.</b> Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности</p>	<p><b>2.1_Б.ОПК-1.</b> Аргументированно применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера.</p>	<p><b>Знать:</b> – основные законы и закономерности для неподвижных, статических и движущихся зарядов – электрического тока, включая релятивистские эффекты – деформации силового электрического поля заряда и проявление магнитных свойств; – основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения. <b>Уметь:</b> – описывать и качественно объяснять физические процессы, происходящие в естественных условиях, указывать законы, которым подчиняются физические явления, предсказывать возможные следствия. <b>Владеть:</b> – методами физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач.</p>
<p><b>ОПК-2.</b> Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных</p>	<p><b>5.1_Б.ОПК-2.</b> Способен применять методы обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений.</p>	<p><b>Знать:</b> – основные методы теоретического моделирования и физического эксперимента, обработки опытных данных, правил техники безопасности при проведении физических экспериментов.</p>

		<p><b>Уметь:</b> – применять на практике законы и модели физики.</p> <p><b>Владеть:</b> – методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации; – навыками работы с основными измерительными приборами и экспериментальной аппаратурой.</p>
--	--	---

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Электричество и магнетизм»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям)	Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Лабораторные занятия		Практические занятия		СР		
					Общая трудоемкость	Из них – практическая подготовка	Общая трудоемкость	Из них – практическая подготовка			
1	Введение	3	1	2	0	–	0	0	1	Контроль посещаемости.	
2	Заряды и поля	3	2	2	4	–	1	–	2	Контроль посещаемости. Проверка домашних заданий. Отчеты по лаб. раб. Контрольные вопросы.	
3	Потенциал электростатического поля	3	3	2	4	–	1	–	2	Контроль посещаемости. Проверка домашних заданий. Отчеты по лаб. раб. Контрольные вопросы.	
4	Проводники в электростатическом поле	3	4	2	4	–	1	–	2	Контроль посещаемости. Проверка домашних заданий. Отчеты по лаб. раб. Контрольные вопросы.	
5	Электрическое поле в диэлектриках	3	5,6	4	4	–	2	–	2	Контроль посещаемости. Проверка домашних заданий. Отчеты по лаб. раб. Контрольные вопросы.	
6	Энергия электрического поля	3	7	2	4	–	1	–	2	Контроль посещаемости. Проверка домашних заданий. Отчеты	

										по лаб. раб. Контрольные вопросы.
7	Электрический ток	3	8,9	4	8	–	1	–	2	Контроль посещаемости. Проверка домашних заданий. Отчеты по лаб. раб. Контрольные вопросы.
8	Поля движущихся зарядов	3	10	2	8	–	0	–	2	Контроль посещаемости. Проверка домашних заданий. Отчеты по лаб. раб. Контрольные вопросы.
9	Постоянное магнитное поле	3	11	2	4	–	2	–	2	Контроль посещаемости. Проверка домашних заданий. Отчеты по лаб. раб. Контрольные вопросы.
10	Магнитное поле в магнетиках	3	12,13	4	8	–	2	–	2	Контроль посещаемости. Проверка домашних заданий. Отчеты по лаб. раб. Контрольные вопросы.
11	Электромагнитная индукция	3	14	2	4	–	2	–	2	Контроль посещаемости. Проверка домашних заданий. Отчеты по лаб. раб. Контрольные вопросы.
12	Переменный электрический ток	3	15	2	8	–	2	–	2	Контроль посещаемости. Проверка домашних заданий. Отчеты по лаб. раб. Контрольные вопросы.
13	Электромагнитное поле	3	16, 17	4	4	–	3	–	1	Контроль посещаемости. Проверка домашних заданий. Отчеты по лаб. раб. Контрольная работа.
	<b>Промежуточная аттестация – 36 ч.</b>	3								<b>Экзамен Зачет Контрольная</b>

										<b>работа</b>
	<b>Итого за 3 семестр: 180 ч.</b>			<b>34</b>	<b>68</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	
	<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>		<b>180 часов</b>							

### Содержание дисциплины «Электричество и магнетизм»

1. **Введение.** Электромагнитное взаимодействие и его место среди других взаимодействий в природе. Электрический заряд и его свойства. Сохранение и квантование заряда. Микроскопические носители заряда. Опыты Милликена (ЛД<sup>1</sup> 3.1; ЛД 3.16).
2. **Заряды и поля**
  - 2.1. Закон Кулона. Принцип суперпозиции. Опытная проверка закона Кулона и его следствий.
  - 2.2. Полевая трактовка закона Кулона. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Напряженность поля неподвижного точечного заряда. Принцип суперпозиции для полей.
  - 2.3. Поток вектора напряженности электрического поля. Электростатическая теорема Остроградского-Гаусса и примеры ее применения. Теорема Ирншоу. Силовые линии электрического поля (ЛД 3.2; ЛД 3.3).
3. **Потенциал электростатического поля**
  - 3.1. Работа сил электростатического поля. Разность потенциалов и потенциал точечного заряда. Потенциал произвольной системы зарядов
  - 3.2. Связь потенциала с вектором напряженности. Эквипотенциальные поверхности.
  - 3.3. Электрический диполь. Поле диполя. Диполь в электрическом поле.
  - 3.4. Электростатическая теорема Остроградского-Гаусса в дифференциальной форме. Дивергенция электростатического поля. Уравнения Пуассона и Лапласа.
4. **Проводники в электростатическом поле**
  - 4.1. Условия равновесия зарядов на проводнике. Напряженность поля у поверхности проводника. Распределение заряда по проводнику. Электростатическая защита (ЛД 3.4; ЛД 3.5; ЛД 3.6; ЛД 3.7; ЛД 3.8).
  - 4.2. Электроемкость. Конденсаторы. Емкость плоского конденсатора. Энергия заряженного конденсатора (ЛД 3.9).
5. **Электрическое поле в диэлектрике**
  - 5.1. Поляризация диэлектриков. Механизм поляризации. Связанные заряды. Вектор поляризации. Диэлектрическая восприимчивость и диэлектрическая проницаемость (ЛД 3.10; ЛД 3.11 ЛД; 3.12; ЛД 3.13; ЛД 3.14; ЛД 3.15).
  - 5.2. Вектор электрического смещения. Электростатическая теорема Остроградского-Гаусса для диэлектриков. Граничные условия для векторов электрического поля.
  - 5.3. Микроскопическое описание поляризации диэлектриков. Локальное поле. Формула Клаузиуса-Масотти. Поляризация полярных диэлектриков.
6. **Энергия электрического поля**
  - 6.1. Взаимная энергия системы точечных зарядов. Энергия заряженного тела. Локализация энергии в пространстве. Объемная плотность энергии электрического поля.
7. **Электрический ток**
  - 7.1. Сила тока и вектор плотности тока. Линия тока. Закон Ома для участка цепи.

<sup>1</sup> ЛД – Лекционная демонстрация и ее обозначение. Перечень лекционных демонстраций приведен в п. 9.1. настоящей Рабочей программы.

Закон Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной формах. Уравнение непрерывности.

7.2. Цепи постоянного тока. Сторонние силы. Электродвижущая сила. Закон Ома для замкнутой цепи. Правило Кирхгофа. Работа и мощность тока.

7.3. Электропроводность металлов. Классическая электронная теория электропроводности металлов и ее ограничения.

7.4. Элементы квантовой (зонной) теории проводимости твердых тел. Принцип Паули. Статистика Ферми-Дирака. Уровень Ферми. Классификация твердых тел по их электропроводности на основе зонных энергетических представлений. Работа выхода.

7.5. Полупроводники. Собственная и примесная электропроводность полупроводников. *p-n* переход

7.6. Термоэлектронная эмиссия. Ток в вакууме. Закон “трех вторых”.

7.7. Сверхпроводимость. Эффект Мейснера-Оксенфельда.

## 8. Поля движущихся зарядов

8.1. Инвариантность электрического заряда. Электрическое поле в различных инерциальных системах отсчета. Электрическое поле равномерно движущегося точечного заряда: неподчинение закону Кулона и непотенциальность.

8.2. Магнитное поле как релятивистский эффект. Вектор индукции магнитного поля. Сила Лоренца. Магнитное поле точечного равномерно движущегося заряда. Взаимодействие равномерно движущихся точечных зарядов.

## 9. Постоянное магнитное поле

9.1. Действие магнитного поля на ток: сила Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа. Принцип суперпозиции для магнитного поля. Силовые линии магнитного поля. Взаимодействие токов. Закон Ампера. (ЛД 3.17; ЛД 3.18; ЛД 3.20).

9.2. Вихревой характер магнитного поля. Отсутствие в природе магнитных зарядов. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля.

9.3. Силы, действующие на контур с током во внешнем однородном и неоднородном магнитных полях. Эффект Холла (ЛД 3.19; ЛД 3.21).

## 10. Магнитное поле в магнетиках

10.1. Понятие о молекулярных токах (токах Ампера). Вектор намагниченности и его связь с молекулярными токами. Напряженность магнитного поля. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость вещества. Классификация магнетиков. Граничные условия для векторов магнитного поля.

10.2. Микроскопические носители магнетизма. Гиромагнитное отношение. Магнитные свойства атомов и молекул. Диамагнитный эффект. Ларморова прецессия. Диамагнетизм. Парамагнетизм (ЛД 3.22).

10.3. Ферромагнетики и их основные свойства. Кривая намагничивания, гистерезис, остаточная намагниченность, коэрцитивная сила. Точка Кюри. Ферромагнитные материалы и их применение (ЛД 3.23).

## 11. Электромагнитная индукция

11.1. Опыты Фарадея. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Токи Фуко (ЛД 3.24-3.29).

11.2. Самоиндукция. Коэффициент самоиндукции (индуктивность). Индуктивность длинного соленоида. Токи замыкания и размыкания в цепи, содержащей индуктивность. (ЛД 3.30; ЛД 3.31).

11.3. Магнитная энергия контура с током. Энергия магнитного поля. Объемная плотность энергии магнитного поля. Энергия магнитного поля в магнетиках.

## 12. Переменный электрический ток

12.1. Квазистационарные токи. Условие квазистационарности. Метод векторных диаграмм. Закон Ома для цепи переменного тока. Скин-эффект (ЛД 3.32; ЛД 3.33).



- 12.2. Работа и мощность переменного тока. Колебательный контур в цепи переменного тока. Резонанс токов. Резонанс напряжений (ЛД 3.34; ЛД 3.35).

### 13. Электромагнитное поле

- 13.1. Взаимопревращения электрического и магнитного полей. Вихревое электрическое поле. Ток смещения.
- 13.2. Уравнение Максвелла как обобщение экспериментальных данных. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах записи.
- 13.3. Законы преобразования электрического и магнитного полей при переходе из одной инерциальной системы отсчета в другую. Относительность электрического и магнитного полей. Инварианты электромагнитного поля.
- 13.4. Электромагнитное поле в свободном пространстве. Волновое уравнение. Скорость распространения электромагнитных волн. Основные свойства электромагнитных волн (ЛД 3.36).
- 13.5. Энергия, переносимая электромагнитными волнами. Вектор Умова-Пойнтинга. Закон сохранения энергии для электромагнитного поля. Давление и импульс электромагнитной волны.

#### *Типовые задачи для практических занятий по дисциплине «Электричество и магнетизм»*

№№ n/n	Тема	<i>Номера задач по задачнику: Иродов И.Е. Задачи по общей физике: учеб. пособие для вузов / И.Е. Иродов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010 – 431 с.</i>
1.	Электростатика	2.1 – 2.9, 2.11, 2.25, 2.59 – 2.64, 2.96 – 2.99
2.	Энергия электрического поля	2.115, 2.123, 2.131, 2.142, 2.211
3.	Постоянный электрический ток	2.157, 2.159, 2.161, 2.177 – 2.180, 2.191, 2.192
4.	Постоянное магнитное поле	2.226, 2.230, 2.237, 2.238, 2.240, 2.248, 2.249
5.	Магнитное поле в магнетиках	2.305, 2.306
6.	Электромагнитная индукция	2.316 – 2.319, 2.324, 2.332
7.	Переменный электрический ток	3.118, 3.122, 3.123, 3.125, 3.127.111, 3.115 – 3.117, 3.128
8.	Электромагнитное поле	2.386, 2.387, 3.232, 3.234, 3.235, 3.237.

#### *Лабораторные занятия по дисциплине «Электричество и магнетизм»*

Лабораторные занятия проводятся в лаборатории Электричества и магнетизма Общего физического практикума института физики СГУ. Студенты в течение **учебного семестра** обязаны выполнить 8 – 10 лабораторных работ<sup>2</sup> из Перечня плановых лабораторных работ (см. п.9.2 настоящей рабочей программы). Выполнение каждой лабораторной работы оценивается баллами рейтинговой системы (см. пункт 7.2 настоящей Рабочей программы). По сумме набранных баллов в конце семестра 3 выставляется итоговый зачет (или незачет) по лабораторным работам дисциплины «Электричество и магнетизм».

### 5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

В преподавании дисциплины «Электричество и магнетизм» используются активные и интерактивные формы обучения с применением следующих образовательных

<sup>2</sup> С учетом возможных потерь аудиторных учебных часов по объективным обстоятельствам.

технологий:

- информационно-коммуникационные технологии;
- исследовательские методы в обучении;
- проблемное обучение.

Активные формы включают лекции с использованием лекционных демонстраций, практические (семинарские) и лабораторные занятия: разбор конкретных ситуаций, обсуждение наблюдаемых при лекционных демонстрациях физических явлений и эффектов, компьютерные демонстрации, короткие выборочные опросы по разбираемому материалу.

Интерактивные формы:

– дискуссионные вопросы и проблемы, которые поднимаются студентами и инициируются преподавателем на лекциях, семинарах и при выполнении лабораторных работ;

– предусматривается связь преподавателя со студентами через компьютерные сети с целью индивидуализации процесса обучения (рефераты, презентации, консультации) и текущего контроля выполнения заданий по всем видам учебной деятельности.

Методы обучения, применяемые при изучении дисциплины, способствуют закреплению и совершенствованию знаний, овладению умениями и получению навыков в области статистических методов оценки качества продукции и регулирования технологических процессов. Содержание учебного материала диктует выбор методов обучения:

– информационно-развивающие – объяснение, демонстрация, решение типовых задач, самостоятельная работа с рекомендуемой литературой;

– проблемно-поисковые и исследовательские – самостоятельная проработка предлагаемых проблемных вопросов по дисциплине, поиск решений проблемных заданий;

– дискуссионные вопросы и проблемы, которые поднимаются студентами и инициируются преподавателем на лекциях, семинарах и при выполнении лабораторных работ.

Лекционные аудиторные занятия сопровождаются демонстрацией простых наглядных физических опытов с помощью оборудования Музея физических приборов и лекционных демонстраций (см. п. 9.1 настоящей рабочей программы).

Лабораторные занятия проводятся в учебной лаборатории «Электричество и магнетизм» Общего физического практикума института физики СГУ.

В рамках лабораторных занятий студенты приобретают навыки правильного проведения экспериментальных исследований, грамотного обращения с измерительными приборами и измерительной аппаратурой, обработки результатов измерений и оценки погрешностей измерений.

При работе в лаборатории «Электричество и магнетизм» студенты:

– знакомятся с техникой безопасности, охраной труда, пожарной безопасностью в учебной лаборатории;

– самостоятельно знакомятся с теорией изучаемой лабораторной работы, основными закономерностями, определениями физических величин, моделями процессов;

– с помощью преподавателя знакомятся с лабораторной установкой, принципами её действия, ходом эксперимента, наглядным измерением величин и их регистрацией;

– изучают основные методы обработки результатов эксперимента;

– изучают правила оформления протокола по лабораторной работе, содержащего общую теоретическую часть, цель и задачи лабораторной работы, схему экспериментальной установки, протокол измерений, результаты обработки измерений, выводы, используемые источники;

– самостоятельно работают с учебной, учебно-методической и справочной литературой, Интернет-ресурсами.

К активным формам проведения занятий в лаборатории относятся:

- отчеты обучающихся, включающие предварительный отчет по теоретической и экспериментальной частям выполняемой лабораторной работы, обсуждение результатов эксперимента и окончательный отчет по оформлению протокола по конкретной работе, включая устранение отмеченных преподавателем замечаний;
- выполнение экспериментальной части лабораторной работы;
- обработка результатов эксперимента, построение графиков, таблиц;
- выполнение полного цикла лабораторных работ за семестр в учебной лаборатории.

#### **Адаптивные технологии, применяемые при обучении инвалидов и лиц с ОВЗ**

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуализации обучения, сопровождение тьюторами в образовательном пространстве, средства дистанционного общения.

Основной формой организации учебного процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все студенты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

Предусмотрены следующие формы организации учебного процесса и контроля знаний:

– для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство или монитор с высоким разрешением; задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом;

– для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости студентам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

Все контрольные задания по желанию студентов могут проводиться в письменной форме или с использованием компьютера.

Также предусмотрено:

- обеспечение учебно-методическими пособиями в печатном и электронном видах по согласованию с преподавателем, ведущим занятия,
- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья,
- использование индивидуальных графиков обучения,
- использование дистанционных образовательных технологий.

Оценка качества освоения программы дисциплины «Электричество и магнетизм» включает текущий контроль успеваемости, итоговый зачет по выполненным лабораторным работам и итоговый семестровый экзамен.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 30% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа для соответствующих групп студентов не могут составлять более 50% аудиторных занятий в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» профиль «Физика и технология твердотельных электронных микро- и наноструктур».

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

**6.1. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

1. *Иродов И.Е.* Электромагнетизм. Основные законы: учеб. пособие. – 7-е изд. – Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. – 319 с.
2. *Иродов И.Е.* Задачи по общей физике: учеб. пособие для вузов / И.Е. Иродов. – 8 изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010 – 431 с.
3. Руководство к лабораторным работам в общем физическом практикуме: Электричество и магнетизм: Учеб.-метод. пособие для студ. ест. фак. / Сост.: Н.В.Акинфиева, А.А.Игнатьев, Л.Л.Страхова. – Саратов: Изд-во. Сарат. ун-та, 2005.– 44 с.
4. Физический практикум: Электричество и магнетизм. Ч. 1/Под ред. Проф. В.С. Стальмахова.– Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 1986.
5. Физический практикум: Электричество и магнетизм. Ч. 2/Под ред. Проф. В.С. Стальмахова.– Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 1986.
6. Обработка результатов измерений в физическом практикуме : учеб.-метод. пособие для студентов естественных факультетов / сост. : В.А. Костяков, А.А.Игнатьев, Т. Н.Тихонова, А. В. Ляшенко.– Саратов: Изд-во. Сарат. ун-та, 2012.– 40 с.
7. Руководства к лабораторным работам общего физического практикума института физики СГУ. URL:  
<http://www.sgu.ru/node/302/uchebnaya-rabota/obshchiy-fizicheskiy-praktikum>.
8. Лабораторный практикум по физике с использованием виртуальных приборов. URL:  
[http://www.edi.spbstu.ru/CD\\_ED/virt-lab/labview.html](http://www.edi.spbstu.ru/CD_ED/virt-lab/labview.html).

К самостоятельной работе обучающегося относятся:

- знакомство с учебно-методической и учебной литературой, теоретической и практической (экспериментальной) частями лабораторной работы;
- работа со справочной литературой, интернет-ресурсами;
- выполнение домашних заданий по практическим занятиям;
- подготовка рефератов и/или презентаций;
- решение тестов;
- подготовка к предварительному отчету преподавателю по теоретической и экспериментальным частям конкретной лабораторной работы, предполагаемого эксперимента, методам обработки и интерпретации полученных результатов;
- выполнение экспериментальной части лабораторной работы;
- оформление предварительных и окончательных протоколов лабораторных работ.

***Примерные темы рефератов***

1. Магнитные свойства атомов. Диа- и парамагнетизм.
2. Магнитные свойства атомов. Ферро-, антиферро- и ферримагнетизм.
3. Релятивистская природа магнитного поля тока.
4. Электромагнитные волны.
5. Коэффициент самоиндукции и его зависимость от формы проводника.
6. Принципы генерации электромагнитных волн.
7. Полупроводниковые диоды.
8. Магнитоуправляемые наночастицы.
9. Механизм полярных сияний.
10. Ускорители элементарных частиц.

11. Детекторы частиц.
12. Спектр электромагнитного излучения.
13. Магниторецепция у живых организмов.
14. Интернет/Wi-Fi технологии.
15. Атомные силовые микроскопы.
16. Электростатические фильтры.
17. Ионисторы.
18. Пинч-эффект.
19. Ядерный магнитный резонанс.
20. Принципы организации сотовой связи.
21. Система глобального позиционирования.
22. Термоэлектричество.

#### *Методические указания по выполнению лабораторных работ*

1. Ознакомиться с инструкцией по технике безопасности, охране труда и пожарной безопасности. Расписаться в журнале. Получить у преподавателя задание на выполнение лабораторной работы и методическое описание к ней.

2. Ознакомиться с содержанием методического описания к лабораторной работе. Выделить главные моменты работы: какое физическое явление изучается в данной работе, какие физические величины измеряются в данной работе и каковы единицы их измерения, какой метод измерения используется в данной работе и как работает экспериментальная установка, какие соотношения используются для нахождения искомой величины по результатам прямых измерений вспомогательных величин.

3. Проработать контрольные вопросы по методическому описанию и рекомендованной основной и дополнительной литературе, интернет-ресурсам. Подготовиться к предварительному отчету преподавателю.

4. Предварительно отчитаться преподавателю по конкретной лабораторной работе, ответить на все поставленные преподавателем вопросы. Получить допуск (разрешение) на выполнение экспериментальной части работы.

5. Выполнить экспериментальную часть лабораторной работы, оформить по полученным данным предварительный протокол, таблицы, графики. Показать полученные результаты преподавателю и получить разрешение на завершение работы.

6. Оформить протокол отчета по выполненной лабораторной работе, включающий цель, теоретическую часть, рабочую формулу, экспериментальную часть, таблицы, графики, расчет погрешности измерения, выводы.

7. Показать протокол отчета по выполненной лабораторной работе преподавателю, получить зачет по лабораторной работе с указанием количества баллов, полученных за ее выполнение, и роспись преподавателя с датой на протоколе.

#### *Методические указания для решения задач*

1. Приступая к решению задачи, хорошо вникните в её смысл и постановку вопроса. Установите все ли данные, необходимые для решения задачи, приведены. Недостающие данные можно найти в таблицах. Если позволяет характер задачи, обязательно сделайте схематический рисунок, поясняющий её сущность, - это во многих случаях резко облегчает как поиск решения, так и само решение.

2. Каждую задачу решайте, как правило, в общем виде (т. е. в буквенных обозначениях), так, чтобы искомая величина была выражена через заданные величины. Решение в общем виде придает окончательному результату особую ценность, ибо позволяет установить определенную закономерность, показывающую, как зависит искомая величина от заданных величин. Кроме того, ответ, полученный в общем виде, позволяет судить в значительной степени о правильности самого решения.

3. Приступая к вычислениям, помните, что числовые значения физических величин всегда являются приближенными. Поэтому при расчетах руководствуйтесь правилами действия с приближенными числами. В частности, в полученном значении вычисленной величины нужно сохранить последним тот знак, единица которого еще превышает погрешность этой величины. Все следующие цифры надо отбросить.

4. Получив цифровой ответ, оцените его правдоподобность. Такая оценка может в ряде случаев обнаружить ошибочность полученного результата. Так, например, дальность полета брошенного человеком камня не может быть порядка 1 км, скорость тела не может оказаться больше скорости света в вакууме и т. п.

#### *Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов по освоению дисциплины*

1. Рекомендуется два уровня самостоятельной проработки материала. Первый – на уровне материалов, полученных на лекциях и на практических занятиях. Второй – на уровне углубленного изучения материала по учебникам. Необходимо прорабатывать материалы с карандашом и бумагой при выводе формул и графической интерпретации результатов.

2. Для самостоятельной работы студентам рекомендуется использование электронных справочников и систем поиска по ключевым словам в Internet.

3. Важную роль в самостоятельной работе студентов играет самоконтроль, который рекомендуется осуществлять по контрольным вопросам и заданиям рабочей программы дисциплины.

4. Рекомендуется каждому студенту выработать собственные способы запоминания большого объема информации, умение ориентироваться и выделять основополагающие понятия каждого раздела и подраздела дисциплины.

### ***6.2. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины***

#### ***6.2.1 Оценочные средства для текущего контроля***

##### *Контрольные вопросы по дисциплине*

1. Опыт Милликена. Модель. Оценки.
2. Опытная проверка закона Кулона.
3. Потенциал системы зарядов
4. Уравнение Лапласа.
5. Уравнение Пуассона.
6. Емкость конденсатора с заполнением.
7. Граничные условия для векторов электромагнитного поля.
8. Граничные условия для векторов электрического смещения.
9. Цепи постоянного тока.
10. Сверхпроводимость. Эффект Мейснера-Оксенфельда.
11. Применение закона Био-Савара-Лапласа.
12. Контур с током в однородном магнитном поле.
13. Контур с током в неоднородном магнитном поле.
14. Граничные условия для векторов магнитного поля.
15. Теорема Ирншоу.
16. Ферромагнетизм
17. Диамагнетизм
18. Парамагнетизм
19. Опыт Штерна-Герлаха.

20. Опыт Эйнштейна –де Гааза.
21. Опыт Барнетта.
22. Электрическое поле движущегося заряда.
23. Инварианты электромагнитного поля.
24. Опыт Фарадея.
25. Токи замыкания и размыкания в цепи с индуктивностью.
26. Электрический колебательный контур.
27. Вынужденные колебания в электрическом контуре.
28. Скин-эффект в проводниках.
29. Резонанс токов.
30. Резонанс напряжений.
31. Электромагнитные волны в свободном пространстве.
32. Давление, импульс, масса электромагнитных волн.

### ***При выполнении лабораторных работ***

- контрольные вопросы по теории и выполнению конкретной лабораторной работы (сформулированы в руководстве к каждой лабораторной работе);
- отчет по обработке результатов измерений в выполняемом эксперименте;
- оформленный протокол выполненной лабораторной работы.

### ***Контрольные вопросы:***

1. Правила техники безопасности при работе в лаборатории «Электричество и магнетизм» Общего физического практикума Института физики СГУ.
2. Классификация ошибок измерений: случайные, систематические и грубые ошибки.
3. Абсолютная и относительная погрешности.
4. Случайная величина. Вероятность. Плотность вероятности. Условие нормировки.
5. Среднее значение. Дисперсия.
6. Нормальный закон распределения и его параметры.
7. Учет случайных ошибок измерения.
8. Погрешность измерений и точность электроизмерительных приборов.
9. Порядок обработки результатов прямых измерений.
10. Косвенные измерения.
11. Графическое оформление результатов измерений.

### ***Типовые тестовые задания***

**Задание № 1** (  - выберите один вариант ответа)

Конденсатор с диэлектриком с относительной диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon = 4$  присоединен к источнику тока. Энергия электрического поля этого конденсатора равна  $w$ . После удаления диэлектрика энергия электрического поля конденсатора будет равна ...

### **ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

1)  $\frac{w}{4}$

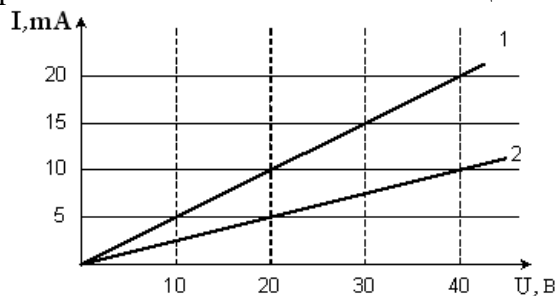
2)  $w$

3)  $2w$

4)  $\frac{w}{2}$

Задание № 2 (  - выберите один вариант ответа)

Вольт-амперная характеристика активных элементов 1 и 2 цепи представлена на рисунке.



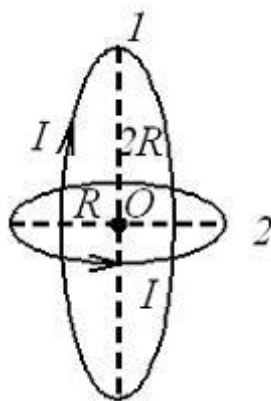
При напряжении 20 В отношение мощностей  $P_1/P_2$  равно ...

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

- |      |        |
|------|--------|
| 1) 4 | 2) 1   |
| 3) 2 | 4) 1/2 |

Задание № 3 (  - выберите один вариант ответа)

Два круговых витка расположены во взаимно перпендикулярных плоскостях так, что их центры совпадают. Если индукция магнитного поля, создаваемого малым витком, в точке O равна 0,2 Тл,



то индукция результирующего магнитного поля в этой точке равна ...

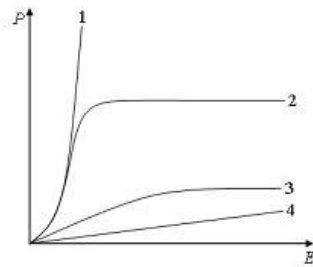
**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

- |           |                     |
|-----------|---------------------|
| 1) 0,3 Тл | 2) $0,2\sqrt{2}$ Тл |
| 3) 0,1 Тл | 4) $0,1\sqrt{5}$ Тл |

Задание № 4 (  - выберите один вариант ответа)



На рисунке представлены графики, отражающие характер зависимости поляризованности  $P$  диэлектрика от напряженности поля  $E$ . Укажите зависимость, соответствующую неполярным диэлектрикам.



**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

- |      |      |
|------|------|
| 1) 2 | 2) 4 |
| 3) 1 | 4) 3 |

**Задание № 5** (  - выберите один вариант ответа)

Укажите не менее двух справедливых утверждений относительно статических магнитных полей:

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

- |  |   |
|--|---|
| 1) Поток вектора магнитной индукции<br>сквозь произвольную замкнутую<br>поверхность отличен от нуля. | 2) Магнитное поле действует только на<br>движущиеся электрические заряды. |
| 3) Магнитное поле является вихревым.   |   |

**Задание № 6** (  - выберите один вариант ответа)

Полная система уравнений Максвелла для электромагнитного поля имеет вид:

$$\oint_{(L)} \vec{E} d \vec{l} = - \int_{(S)} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d \vec{S}$$

$$\oint_{(L)} \vec{H} d \vec{l} = \int_{(S)} \left( \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d \vec{S}$$

$$\oint_{(S)} \vec{D} d \vec{S} = \int_{(V)} \rho dV$$

$$\oint_{(S)} \vec{B} d\vec{S} = 0$$

Следующая система уравнений:

$$\oint_{(L)} \vec{E} d\vec{l} = - \int_{(S)} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}$$

$$\oint_{(L)} \vec{H} d\vec{l} = \int_{(S)} \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} d\vec{S}$$

$$\oint_{(S)} \vec{D} d\vec{S} = 0$$

$$\oint_{(S)} \vec{B} d\vec{S} = 0$$

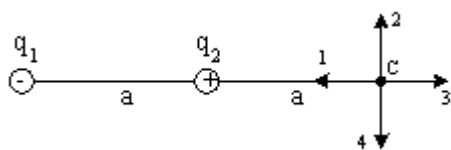
справедлива для переменного электромагнитного поля ...

### ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- |                       |  |
|-----------------------|--|
| 1) в вакууме          | 2) при наличии заряженных тел и токов проводимости |
| 3) в проводящей среде |  |

Задание № 7 (  - выберите один вариант ответа)

Электрическое поле создано одинаковыми по величине точечными зарядами  $q_1$  и  $q_2$ .



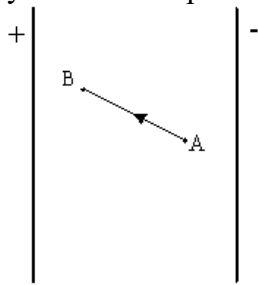
Если  $q_1 = -q$ ,  $q_2 = +q$ , а расстояние между зарядами и от  $q_2$  до точки С равно  $a$ , то вектор напряженности поля в точке С ориентирован в направлении...

### ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- |      |      |
|------|------|
| 1) 3 | 2) 2 |
| 3) 4 | 4) 1 |

Задание № 8 (  - выберите один вариант ответа)

В электрическом поле плоского конденсатора перемещается заряд  $+q$  в направлении, указанном стрелкой.



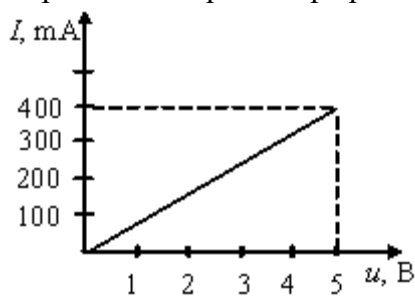
Тогда работа сил поля на участке АВ...

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

- |                 |  |
|-----------------|--|
| 1) положительна | 2) отрицательна                                    |
| 3) равна нулю   | 4) может быть как положительна, так и отрицательна |

**Задание № 9** (  - выберите один вариант ответа)

Вольт-амперная характеристика резистора изображена на рисунке. Из графика следует, что сопротивление резистора равно ...



**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

- |            |              |
|------------|--------------|
| 1) 12.5 Ом | 2) 0.0125 Ом |
| 3) 0.08 Ом | 4) 80 Ом     |

**Задание № 10** (  - выберите один вариант ответа)

На рисунке изображен проводник с током, помещенный в однородное магнитное поле с индукцией  $\mathbf{B}$ , направленной перпендикулярно плоскости чертежа от нас.



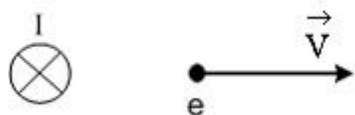
Укажите правильную комбинацию направления тока в проводнике и вектора силы Ампера.

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

- |  |   |
|--|---|
| 1) Ток в направлении LM; сила Ампера к нам | 2) Ток в направлении ML; сила Ампера вверх  |
| 3) Ток в направлении LM; сила Ампера вверх | 4) Ток в направлении ML; сила Ампера от нас |

**Задание № 11** (  ) - выберите один вариант ответа)

Вблизи длинного проводника с током (ток направлен от нас) пролетает электрон со скоростью  $\vec{v}$ . Сила Лоренца направлена ...

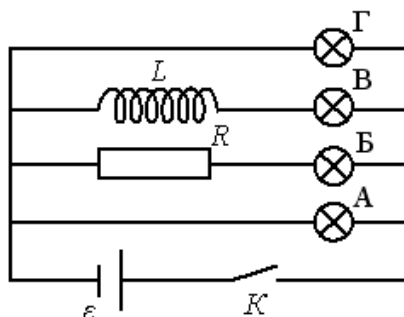


**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

- |           |           |
|-----------|-----------|
| 1) вправо | 2) к нам  |
| 3) влево  | 4) от нас |

**Задание № 12** (  ) - выберите один вариант ответа)

После замыкания ключа  $K$  в цепи, представленной на рисунке, какая лампочка загорится позже других ?



**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

- |      |      |
|------|------|
| 1) А | 2) Г |
| 3) Б | 4) В |

---

## Типовая контрольная работа

### Вариант 1

1. Какое количество теплоты  $Q$  выделится при разряде плоского конденсатора, заполненного диэлектриком, если разность потенциалов между пластинами  $U=15$  кВ, расстояние  $d=1$  мм, площадь каждой пластины  $S=300$  см<sup>2</sup>, диэлектрик – слюда ( $\epsilon=7,0$ ).

2. Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией  $B=100$  мкТл по винтовой линии. Чему равна скорость электрона, если шаг винтовой линии  $h=20$  см, а радиус  $R=5$  см?

3. Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью  $C=4$  мкф, катушки с индуктивностью  $L=2$  мГн и активного сопротивления  $R=10$  Ом. Найти отношение энергии магнитного поля катушки к энергии электрического поля конденсатора при свободных колебаниях, когда сила тока достигает максимального значения.

### Вариант 2

1. Тонкое полукольцо радиуса  $R=10$  см несет равномерно распределенный заряд с линейной плотностью  $\tau=1$  мкКл/м. В центре кривизны полукольца находится точечный заряд  $q=20$  нКл. Определите силу взаимодействия заряда и заряженного полукольца.

2. Заряженная частица, прошедшая ускоряющую разность потенциалов  $U=2$  кВ, движется в однородном магнитном поле с индукцией  $B=15$  мТл по окружности радиуса  $r=1$  см. Чему равно отношение  $q/m$  заряда частицы к её массе и какова скорость  $V$  частицы?

3. Катушка с сопротивлением  $R$  и индуктивностью  $L$  подсоединяется к источнику напряжения  $U$ . Какое количество тепла выделится в катушке через время  $t$  после подключения?

### **Вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины Вопросы экзамена**

1. Основные виды взаимодействий. Два вида зарядов. Закон сохранения заряда. Рождение и аннигиляция зарядов.
2. Опыт Милликена.
3. Свойства электронов, протонов и нейтронов.
4. Закон Кулона. Гауссова система единиц
5. Напряженность электрического поля.
6. Принцип суперпозиции для сил и поля.
7. Электрическое поле диполя.
8. Теорема Гаусса-Остроградского (основная теорема электростатики).
9. Теорема Гаусса в интегральной и дифференциальной формах.
10. Электрический потенциал
11. Потенциал системы зарядов

12. Градиент потенциала и напряженность электростатического поля.
13. Уравнения Пуассона и Лапласа
14. Эквипотенциали. Электростатическое поле вокруг проводников.
15. Проводник из сплошного материала в электростатическом поле. Проводник с полостью внутри в электростатическом поле.
16. Принцип электростатической защиты.
17. Поле вблизи острия.
18. Емкость. Конденсаторы.
19. Единицы измерения потенциала.
20. Энергия системы зарядов. Энергия электростатического поля.
21. Емкость сферического конденсатора.
22. Электрическое поле в веществе.
23. Собственные и индуцированные дипольные моменты.
24. Электрическое поле поляризованного вещества: поле результирующего дипольного момента; модель поляризованного вещества.
25. Емкость конденсатора с диэлектриком.
26. Электрическая восприимчивость вещества. Диэлектрическая проницаемость вещества.
27. Вектор электрического смещения.
28. Граничные условия для  $E$  и  $D$ .
29. Теорема Гаусса для  $D$ .
30. Дивергенция  $P$ .
31. Электронная теория поляризуемости.
32. Электрическое поле в сферической полости диэлектрика.
33. неполярные молекулы.
34. Формула Клаузиуса-Мосотти.
35. Полярные молекулы. Формула Кюри.
36. Электрический ток. Перенос заряда. Плотность тока.
37. Уравнение непрерывности в интегральной и дифференциальной формах.
38. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах. Стационарные токи.
39. Закон Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной формах.
40. Классическая электронная теория проводимости металлов.
41. Магнитные силы. Закон Био-Савара-Лапласа.
42. Магнитная индукция прямого тока.
43. Магнитная индукция на оси кругового тока.
44. Циркуляция магнитной индукции и ее свойства.
45. Закон Ампера.
46. Контур с током в однородном магнитном поле.
47. Контур с током в неоднородном магнитном поле.
48. Магнитное поле в веществе. Электрические токи в атомах. Механический и магнитный моменты. Опыты Барнетта. Опыты де Гааза, Эйнштейна.
49. Магнитное поле в магнетиках. Вектор  $H$ . Циркуляция  $H$ .
50. Физический смысл  $H$ ,  $\mu$ ,  $B$ .
51. Парамагнетизм. Диамагнетизм. Ферромагнетизм.
52. Электрическое поле, измеренное в разных системах отсчета.
53. Поле точечного заряда, движущегося с постоянной скоростью.
54. Взаимодействие между движущимися точечными зарядами (релятивистская трактовка).
55. Поле плоского конденсатора в двух ИСО: пластины перпендикулярны к относительной скорости системы; пластины параллельны к относительной скорости.
56. Электромагнитная индукция при движении проводника в однородном магнитном поле.

57. Универсальный закон электромагнитной индукции.
58. Уравнения Максвелла в интегральной форме.
59. Уравнения электростатики и магнитостатики.
60. Переменные электрические и магнитные поля.
61. Ток смещения.
62. Теорема Стокса.
63. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме.
64. Электромагнитные волны. Волновое уравнение.
65. Плоская электромагнитная волна в свободном пространстве. Поляризация электромагнитных волн. Линейная и круговая поляризации.
66. Плотность энергии электрического и магнитного поля.
67. Энергия электромагнитного поля. Вектор Умова-Пойнтинга.
68. Импульс электромагнитного поля. Масса электромагнитного поля.
69. Давление электромагнитной волны.

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

### 7.1 Учебный рейтинг по дисциплине «Электричество и магнетизм» при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
3	10	0	20	30	0	10	30	100

### Программа оценивания учебной деятельности студента

#### 3 семестр

##### Лекции

Посещаемость, опрос, активность и др. за один семестр – от 0 до 10 баллов. 10 баллов при 100% посещаемости и при наличии качественных конспектов лекций. При неполной посещаемости баллы уменьшаются пропорционально.

##### Лабораторные занятия

Не предусмотрены

##### Практические занятия

Посещаемость, активность, выполнение домашних заданий – от 0 до 20 баллов. 20 баллов при 100% посещаемости, активности на занятиях, выполнении контрольной работы и домашних заданий.

##### Самостоятельная работа

Подготовка к практическим и лабораторным занятиям, работа с дополнительной учебной литературой, подготовка рефератов (презентаций), выполнение индивидуальных заданий выданных в начале семестра – от 0 до 30 баллов. 30 баллов при регулярном и качественном выполнении заданий.

##### Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

##### Другие виды учебной деятельности

Решение тестов, которые выдаются студентам в начале семестра. Письменные ответы сдаются преподавателю в конце семестра. Форма написания ответов произвольная.

**Критерии оценивания.**

- при полностью правильном и своевременном выполнении студентом заданий теста – 10 баллов;
- при частично правильном выполнении (правильно выполненных заданий – не менее 70%) – от 5 до 9 баллов;
- в остальных случаях (правильных ответов менее 70%) – 0 баллов. В этом случае студенту может быть предоставлено право, взять свои ответы на вопросы на доработку, и принести их снова преподавателю на повторную проверку. В этом случае студент штрафуются и при верном выполнении более 70% заданий, ему ставится 5 баллов. Если же студент снова выполнит менее 70% заданий, то ему ставится окончательно 0 баллов, и больше возможностей для доработки ответов на вопросы не предоставляется.

**Промежуточная аттестация (экзамен)**

Экзамен проводится в устно-письменной форме и предполагает ответ на 2 вопроса билета. Возможны дополнительные уточняющие вопросы.

При проведении промежуточной аттестации:

*ответ на «отлично» оценивается от 21 до 30 баллов;*

*ответ на «хорошо» оценивается от 11 до 20 баллов;*

*ответ на «удовлетворительно» оценивается от 6 до 10 баллов;*

*ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 5 баллов.*

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 3 семестр по дисциплине «Электричество и магнетизм» при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена составляет 100 баллов.

Таблица 2.2. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Электричество и магнетизм» в оценку (экзамен)

81 – 100 баллов	«отлично»
61 – 80 баллов	«хорошо»
51 – 60 баллов	«удовлетворительно»
0 – 50 баллов	«не удовлетворительно»

Оценка студентам, успешно прошедшим обучение по дисциплине, может быть проставлена без сдачи ими экзамена на основании рейтинговой оценки по решению преподавателя.

Текущие индивидуально набранные студентами баллы доводятся до их сведения 2 раза за семестр – в середине и конце семестра.

**7.2 Учебный рейтинг по дисциплине «Электричество и магнетизм» при проведении промежуточной аттестации в форме зачёта**

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности при проведении промежуточной аттестации в форме зачёта

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Се мес тр	Лекции	Лаборатор ные занятия	Практичес кие занятия	Самостояте льная работа	Автоматизи рованное тестирован	Другие виды учебной	Промежут очная аттестация	Итого



					ие	деятельности		
3	0	40	0	40	0	20	0	100

### Программа оценивания учебной деятельности студента

#### 3 семестр

##### Лекции

Не предусмотрены.

##### Лабораторные занятия

Итоговые 40 баллов предусматривают качественное выполнение 10 лабораторных работ и всех заданий, входящих в них. Максимальный балл по одной выполненной лабораторной работе – 4<sup>3</sup>. При неполном выполнении заданий баллы уменьшаются пропорционально.

##### Практические занятия

Не предусмотрены.

##### Самостоятельная работа

Подготовка к теоретическим и заключительным отчетам по лабораторным работам и оформление протоколов выполненных работ – от 0 до 40 баллов. 40 баллов при качественной подготовке к отчетам по всем лабораторным работам.

##### Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

##### Другие виды учебной деятельности

Работа с дополнительной учебной литературой, указанной в описаниях к лабораторным работам.

##### Промежуточная аттестация (зачет)

Зачет выставляется по результатам выполнения лабораторных работ. Итоговое оценивание проводится на основе суммы баллов, полученных за выполнение лабораторных работ, самостоятельную работу и другие виды учебной деятельности.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 3 семестр по дисциплине «Электричество и магнетизм» при проведении промежуточной аттестации в форме зачёта составляет 100 баллов.

Таблица 2.1 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Электричество и магнетизм» в оценку (зачет)

60 баллов и более	«зачтено»
меньше 60 баллов	«не зачтено»

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) литература:

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики: учеб. пособие в 5 т. Т. 3 : Электричество. - 6-е изд., стер. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 654, [2] с. (ОУОЕН НБ СГУ 30 экз.) / 5-е изд., стер. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 654, [2] с. (ОУОЕН НБ СГУ 115 экз.) / 5-е изд., стер. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 654, [2] с. (ОУОЕН НБ СГУ 58 экз.).

<sup>3</sup> При уменьшении аудиторных часов занятий по объективным обстоятельствам и снижении общего числа выполняемых работ максимальный балл за выполнение одной лабораторной работы может быть увеличен до 5.

2. Иродов И.Е. Электромагнетизм. Основные законы: учеб. пособие для студентов вузов/ 4-е издание.– М.: Бином. Лаб. знаний, 2003.– 319 с. [ОУОЕН 174 экз.]; 7-е издание.– М.: Бином. Лаб. знаний, 2010.– 319 с. [ОУОЕН 43 экз.].
3. *Иродов И.Е.* Задачи по общей физике : учеб. пособие для вузов / И.Е. Иродов. – 8 изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010 – 431 с. [ОУОЕН 259 экз.]
4. Курс физики [**Электронный ресурс**] : в 3-х т. / *И. В. Савельев.*. Т. 2 : Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика : учебное пособие / *И. В. Савельев.* - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 468 с. Перейти к внешнему ресурсу <https://e.lanbook.com/book/117715>
5. *Фриш С.Э.* Курс общей физики [**Электронный ресурс**] : учеб. : / С. Э. Фриш, А. В. Тиморева. Т. 2 : Электрические и электромагнитические явления / С. Э. Фриш, А. В. Тиморева. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 528 с. Перейти к внешнему ресурсу <https://e.lanbook.com/book/167788> ЭБС «Лань».
6. Описания лабораторных работ Общего физического практикума СГУ: <http://www.sgu.ru/node/302/uchebnaya-rabota/obshchiy-fizicheskiy-praktikum>.

**б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

1. Microsoft Windows XP Professional, Microsoft Windows 7, Microsoft Windows 8 – лицензия № 61137891).
2. Microsoft Office профессиональный 2007 (Word, Excel, Access, PowerPoint, Outlook, InfoPath, Publisher) – лицензия № 42226296.
3. Microsoft Office Standart 2010 – лицензия № 67334291.
4. Браузер Google Chrome.
5. <http://library.sgu.ru/> – Зональная научная библиотека им. В.А. Артисевич Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского.
6. <http://www.physbook.ru/> : Электронный учебник физики.
7. <http://teach-in.ru/> : Открытые видеолекции учебных курсов МГУ.
8. <http://mipt.lectoriy.ru/> : Видеолекции Физтеха.

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- Учебные аудитории 3-го и 8-го учебных корпусов Саратовского государственного университета с возможностью использования мультимедийной техники.
  - Мультимедийное оборудование Института физики СГУ.
  - Помещения Общего физического практикума Института физики СГУ (3-й и 8 учеб. корпуса). *Помещение соответствует действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности и охраны труда при проведении учебных работ.*
- Действующая экспозиция Музея физических приборов и лекционных демонстраций (см. Перечень лекционных демонстраций по дисциплине).
- Действующие учебные лабораторные установки Общего физического практикума Института физики СГУ по дисциплине «Электричество и магнетизм».

### 9.1 Перечень лекционных демонстраций по дисциплине «Электричество и магнетизм»

- ЛД 3.1 Взаимодействие электрических зарядов разных знаков.  
ЛД 3.2 Силовые линии.  
ЛД 3.3 Картины полей.  
ЛД 3.4 Электростатическое влияние. Разделение зарядов.  
ЛД 3.5 Электростатическое экранирование (сетка Кольбе).  
ЛД 3.6 Распределение зарядов по поверхности заряженного тела сложной формы.  
ЛД 3.7 «Стекание» зарядов с острия, «электрический ветер».  
ЛД 3.8 Перенос зарядов подвижными шариками от заряженного тела к незаряженному телу.  
ЛД 3.9 Зависимость емкости конденсатора от расстояния между пластинами.  
ЛД 3.10 Связанные заряды (влияние на поле электроскопа).  
ЛД 3.11 Поляризация (металлическая и диэлектрическая палочки в поле конденсатора)  
ЛД 3.12 Поляризация и притяжение к заряженному телу деревянных брусков.  
ЛД 3.13 Влияние диэлектрика на емкость конденсатора.  
ЛД 3.14 Электростатический карандаш.  
ЛД 3.15 Лейденская банка.  
ЛД 3.16 Модель опыта Милликена.  
ЛД 3.17 Закон Ампера.  
ЛД 3.18 Взаимодействие двух проводников с током.  
ЛД 3.19 Сила Лоренца.  
ЛД 3.20 Картины магнитных полей.  
ЛД 3.21 Взаимодействие двух катушек с током.  
ЛД 3.22 Диамагнетики, парамагнетики.  
ЛД 3.23 Ферромагнетики. Точка Кюри (нагрев никелевого шарика).  
ЛД 3.24 Индукция при движении постоянного магнита.  
ЛД 3.25 Индукция при включении тока.  
ЛД 3.26 Влияние ферромагнетика на индукционный ток.  
ЛД 3.27 Закон Ленца (притяжение, отталкивание кольца).  
ЛД 3.28 Вихревой характер индукционного тока (токи в сплошном и разрезанном кольце).  
ЛД 3.29 «Падение» металлических колец в переменном магнитном поле. Токи Фуко.  
ЛД 3.30 Запаздывание зажигания электрической лампочки при включении индуктивности в цепь постоянного тока  
ЛД 3.31 Токи размыкания в цепи, содержащей индуктивность.  
ЛД 3.32 Емкость в цепи переменного тока.  
ЛД 3.33 Индуктивность в цепи переменного тока.  
ЛД 3.34 Резонанс токов.  
ЛД 3.35 Резонанс напряжений.  
ЛД 3.36 Демонстрация основных свойств электромагнитных волн СВЧ диапазона: отражение (металлический лист), преломление (парафиновая призма), поляризация (решетка из параллельных проводников), зонные пластинки Френеля.  
ЛД 3.37 Возбуждение электромагнитного поля токами высокой частоты с помощью трансформатора Тесла:  
- разряд с острия  
- свечение газов в трубках

- прохождение токов ВЧ через диэлектрик, стеклянный стакан.
- ЛД 3.38 Притяжение предметов к наэлектризованному телу.
- ЛД 3.39 Электростатическая индукция.
- ЛД 3.40 Свечение газа в безэлектродных трубках.
- ЛД 3.41 Потенциал заряженного проводника.
- ЛД 3.42 Энергия электрического поля.
- ЛД 3.43 Дуга Петрова.
- ЛД 3.44 Изменение сопротивления п/п при его освещении.
- ЛД 3.45 Магнитное поле прямого тока.
- ЛД 3.46 Подъемная сила электромагнита.
- ЛД 3.47 Трехфазный ток.
- ЛД 3.48 Вибратор и резонатор Герца.
- ЛД 3.49 Разряд в разреженном газе.
- ЛД 3.50 Катодные лучи.

**9.2 Перечень действующих лабораторных работ Общего физического практикума по дисциплине «Электричество и магнетизм»  
Лаборатория «Электричество и магнетизм»**

- ЛР 3.1 Изучение электростатического поля методом электролитической ванны.
- ЛР 3.2 Измерение диэлектрической проницаемости жидких диэлектриков.
- ЛР 3.3 Измерение сопротивления при помощи моста постоянного тока.
- ЛР 3.4 Измерение ЭДС и силы тока компенсационным методом
- ЛР 3.5 Изучение работы полупроводниковых диодов и полупроводниковых выпрямителей.
- ЛР 3.6 Изучение работы вакуумного диода и кенотронного выпрямителя.
- ЛР 3.7 Изучение работы трехэлектродной электронной лампы.
- ЛР 3.8 Определение удельного заряда электрона «методом магнетрона».
- ЛР 3.9 Изучение работы лампового генератора электромагнитных колебаний и вынужденных колебаний в контуре.
- ЛР 3.10 Регистрация и наблюдение быстрых процессов (электронный осциллограф).
- ЛР 3.11 Изучение закона Ома для цепи переменного тока.
- ЛР 3.12 Измерение мощности и сдвига фаз между током и напряжением в цепях переменного тока.
- ЛР 3.13 Изучение работы электроизмерительных приборов.
- ЛР 3.14 Изучение резонанса токов.
- ЛР 3.15 Исследование поведения конденсатора в цепи с импульсным напряжением
- ЛР 3.16 Исследование затухающих колебаний в колебательном контуре
- ЛР 3.17 Изучение поведения линейного осциллятора под действием вынуждающей силы
- ЛР 3.18 Исследование источников негармонических колебаний
- ЛР 3.19 Исследование магнитного поля соленоида
- ЛР 3.20 Измерение коэффициента взаимной индукции
- ЛР 3.21 Исследование магнитного гистерезиса
- ЛР 3.22 Определение основной кривой намагничивания
- ЛР 3.23 Линейные цепи постоянного тока. Мультиметр
- ЛР 3.24 Линейные цепи переменного тока
- ЛР 3.25 Частотные характеристики цепей (RC-фильтры, платформа NI Elvis)
- ЛР 3.26 Магнитные цепи (Трансформатор)
- ЛР 3.27 Колебательный контур Диэлектрическая и магнитная проницаемость

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» профиль «Физика и технология твердотельных электронных микро- и наноструктур».

Автор: к.ф.-м.н., доцент Чурочкин Д.В.

Программа одобрена на заседании кафедры общей физики от 18.10.2021 года, протокол № 2.

Программа актуализирована на заседании кафедры общей, теоретической и компьютерной физики от 27.01.2022 года, протокол № 2.