

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

 Заведующий кафедрой  
общей физики  
/ Турищев С.Ю. /  
22.04.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.09 Электростатика, электромагнетизм, колебания и волны**

- 1. Код и наименование специальности:** 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг
  - 2. Специализация:** Проектирование и эксплуатация атомных станций
  - 3. Квалификация выпускника:** Инженер-физик
  - 4. Форма обучения:** очная
  - 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра общей физики
- Составители программы:** Занин Игорь Евгеньевич, доцент, кандидат физико-математических наук
- 7. Рекомендована:** Научно-методическим советом физического факультета, протокол № 4 от 18.04.2024 г.
  - 8. Учебный год:** 2024/2025
- Семестр(ы)/Триместр(ы):** 2

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- овладение основами, базовыми понятиями и методиками, используемыми в электростатике, электромагнетизме, колебаниях и волнах.

Задачи дисциплины:

- овладение фундаментальными понятиями электродинамики и магнетизма;
- сформировать у студентов навыки решения типовых задач по электричеству и магнетизму;
- овладение методами постановки и решения задач электромагнитных систем;
- освоение методов экспериментального исследования электромагнитных систем;

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина «Б1.О.09 Электростатика, электромагнетизм, колебания и волны» относится к дисциплинам базовой части цикла Б1 основной образовательной программы подготовки специалистов **14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг.**

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесённые с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ОПК-1.5	Оценивает численные значения величин, характерных для различных разделов естествознания	Студент должен: знать методы решения типовых физических задач анализа электромагнитных систем; уметь выбирать оптимальные способы решения задач электродинамики, оценивать адекватность найденного решения; знать методы решения типовых физических задач анализа оптических систем; уметь выбирать оптимальные способы решения задач оптики, оценивать адекватность найденного решения;
		ОПК-1.7	Строит математические модели для простейших систем и процессов в естествознании и технике	Студент должен: знать основные положения электродинамики и её разделов, таких как: электростатика, магнитостатика, постоянный электрический ток, цепи постоянного тока, электромагнитная индукция, уравнения Максвелла, цепи

			<p>переменного тока;  уметь: применять законы электродинамики для анализа явлений природы и технических процессов, создавать элементарные модели электромагнитных систем и проводить соответствующие оценочные расчёты;  владеть: методами построения простых математических моделей электромагнитных систем, методами качественного анализа электромагнитных систем.</p> <p>знать основные положения современной оптики и её разделов, таких как: электромагнитные волны в вакууме, шкала электромагнитных колебаний, условия на границе раздела, геометрическая оптика, центрированные оптические системы, основные оптические инструменты, погрешности оптических систем, фотометрия, интерференция световых волн, дифракция световых волн, поляризация света, основы кристаллооптики, электро- и магнитооптические явления, поглощение и рассеяние света, основы теории излучения, основы нелинейной оптики, голография, лазеры;  владеть методами построения физической модели исследуемого явления.</p>	
		ОПК-1.8	<p>Владеет методами аналитического и численного решения алгебраических и обыкновенных дифференциальных уравнений, уравнений математической физики</p>	<p>Студент должен:  знать: основные принципы современных методов исследования электромагнитных явлений, их достоинства, недостатки и ограничения;  уметь: осуществлять поиск научной информации, оценивать её достоверность;  владеть: технологиями поиска научной информации.</p>
ОПК-2	Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач в сфере ядерной	ОПК-2.3	<p>Выделяет и систематизирует основные результаты экспериментальных и теоретических исследований, корректирует план дальнейших научных работ с</p>	<p>Студент должен:  знать элементарную теорию измерений;  уметь выявлять источники погрешностей измерений, выбирать оптимальные способы измерений;  владеть методами оценки величин погрешностей измерений, методами наглядного представления результатов измерений</p>

	энергетики технологии		учетом полученных результатов	
		ОПК- 2.4	Выбирает и создает критерии оценки исследований в области ядерной физики, физики реакторов, взаимодействия излучения с веществом	Студент должен самостоятельно выбирать и создавать критерии оценки исследований в области ядерной физики, физики реакторов, взаимодействия излучения с веществом

**12. Объем дисциплины в зачётных единицах/час.** (в соответствии с учебным планом) – 5/180

**Форма промежуточной аттестации** зачёт/экзамен

### 13. Трудоёмкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоёмкость	
		Всего	По семестрам
			2-ий семестр
Аудиторные занятия		104	104
в том числе:	лекции	44	44
	практические	30	30
	лабораторные	30	30
Самостоятельная работа		40	40
в том числе: курсовая работа (проект)		–	–
Форма промежуточной аттестации		36	Экзамен (36ч)
Итого:		180	180

### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Электростатика	1. Взаимодействие зарядов в вакууме. 2. Теорема Гаусса. Напряжённость и потенциал электрического поля. 3. Точечный электрический диполь. 4. Проводники в постоянном электрическом поле. Электрическая ёмкость, конденсаторы. 5. Диэлектрики в постоянном электрическом поле.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138</a>

		6. Энергия взаимодействия зарядов. Энергетический метод определения сил в системе зарядов.	
1.2	Постоянный электрический ток	7. Плотность тока, уравнение непрерывности. 8. Закон Ома. Переходные процессы в цепи с конденсатором. Закон Джоуля-Ленца. 9. Цепи постоянного тока, правила Кирхгофа. 10. Модель Друде электронов в металле.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138</a>
1.3	Магнитостатика	11. Магнитное поле в вакууме. Сила Лоренца. Взаимодействие токов, закон Био-Савара. 12. Интегральные теоремы магнитостатики. 13. Сила Ампера. Элементарный контур с токов в магнитном поле. 14. Вещество в магнитном поле. Намагниченность. 15. Диа-, пара- и ферромагнетики.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138</a>
1.4	Энергия электромагнитного поля.	16. Энергия взаимодействия зарядов. Плотность энергии электрического и магнитного поля.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138</a>
1.5	Электромагнитная индукция	17. Электромагнитная индукция, правило Ленца. 18. Само- и взаимоиндукция. 19. Энергия контуров с токами. Сверхпроводимость	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138</a>
1.6	Уравнения Максвелла и следствия из них	20. Ток смещения, система уравнений Максвелла. 21. Плотность потока энергии. Вектор Пойнтинга. 22. Электрические колебания. 23. Вынужденные электрические	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138</a>

		колебания. Резонанс.	
1.7	Электромагнитные волны	1. Шкала электромагнитных колебаний. 2. Плоская электромагнитная волна. 3. Условия на границе раздела. Формулы Френеля.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138</a>
1.8	Геометрическая оптика	4. Геометрическая оптика.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138</a>
1.9	Интерференция света	5. Двухлучевая интерференция, опыт Юнга. 6. Классические интерференционные схемы. Многолучевая интерференция.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138</a>
1.10	Дифракция света	7. Дифракция света. Дифракция Френеля на круглом отверстии, щели. 8. Дифракция Фраунгофера. Дифракционная решётка. 9. Дифракционный предел разрешающей способности	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138</a>
1.11	Поляризация света	10. Поляризация света. 11. Двойное лучепреломление. 12. Интерференция поляризованных волн. 13. Искусственное двойное лучепреломление.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138</a>
1.12	Взаимодействие света с веществом	14. Дисперсия света. Классическая теория дисперсии. 15. Поглощение света. Рассеяние света.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138</a>
<b>2. Практические занятия</b>			
2.1	Электростатика	1. Закон Кулона, принцип суперпозиции. 2. Проводники в постоянном электрическом поле. Метод изображений. 3. Диэлектрики в постоянном электрическом поле. Поляризованность и вектор электрической индукции. 4. Электрическая	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138</a>

		ёмкость, конденсаторы.	
2.2	Энергия электрического поля	5. Силы, действующие на заряды в электрическом поле. Энергия конденсатора.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138</a>
2.3	Постоянный электрический ток	6. Плотность тока, уравнение непрерывности. 7. Закон Ома, электрическое сопротивление. 8. Закон Джоуля-Ленца. 9. Цепи постоянного тока, ЭДС. Правила Кирхгофа.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138</a>
2.4	Магнитостатика	10. Расчёт магнитной индукции с помощью закона Био-Савара. 11. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции и магнитное поле токов. 12. Магнетики. Силы, действующие в магнитном поле.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138</a>
2.5	Электромагнитная индукция и уравнения Максвелла	13. Электромагнитная индукция. 14. Индуктивность.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138</a>
2.6	Геометрическая оптика	1. Преломление света 2. Центрированные оптические системы.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138</a>
2.7	Интерференция света	3. Двухлучевая интерференция. 4. Интерференция в тонких плёнках.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138</a>
2.8	Дифракция света	5. Дифракция Френеля. 6. Дифракция Фраунгофера. 17. Разрешающая способность объектива.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138</a>
2.9	Поляризация света	8. Анализ поляризованного света. 9. Двойное лучепреломление.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138</a>
<b>3. Лабораторные занятия</b>			
3.1.	Вводное занятие.	Правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ по электричеству и магнетизму Изучение электронного осциллографа	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29136">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29136</a>
3.2	Электростатика	Изучение электростатического поля	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138</a>
3.3.	Постоянный	Изучение законов	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138</a>

	электрический ток	постоянного тока Определение температурной зависимости сопротивления металлов Определение температурной зависимости сопротивления полупроводников. Полупроводниковые выпрямители	
3.4	Магнитостатика	Исследование петли гистерезиса ферромагнетиков.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138</a>
3.7	Энергия электромагнитного поля.	Исследование процесса заряда и разряда конденсатора Изучение сегнетоэлектриков	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138</a>
3.8	Электромагнитная индукция	Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли при помощи тангенс гальванометра.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138</a>
3.9	Электромагнитные волны	Определение электродинамической постоянной.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138</a>
3.10	Геометрическая оптика	Определение фокусного расстояния сложного объектива с помощью оптической скамьи ОСК-2	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138</a>
3.11	Интерференция света	Изучение явления интерференции с помощью бипризмы Френеля Определение длины световой волны с помощью колец Ньютона	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138</a>
3.12	Поляризация света	Исследование дисперсии стеклянной призмы	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138</a>
3.13	Взаимодействие света с веществом	Измерение показателя преломления жидкостей с помощью рефрактометра. Исследование спектров поглощения растворов. Изучение спектрального прибора УМ-2. Определение красной границы фотоэффекта.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29138</a>

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Электростатика	4	4	4	5	17
2	Постоянный электрический ток	2	2	4	5	13
3	Магнитостатика	2	2	4	4	12
4	Энергия электромагнитного поля.	1	1	4	4	10
5	Электромагнитная индукция	2	2	2	5	11
6	Уравнения Максвелла и следствия из них	4	4	0	5	13
7	Электромагнитные волны	2	2	2	4	10
8	Геометрическая оптика	1	2	2	4	9
9	Интерференция света	4	4	2	5	15
10	Дифракция света	4	4	0	5	13
11	Поляризация света	2	2	2	5	11
12	Взаимодействие света с веществом	2	1	4	3	10
	Итого:	30	30	30	54	144

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Работа с конспектами лекций, чтение литературы по предмету; решение задач по курсу; выполнение и оформление лабораторных работ в течение семестра; постепенное освоение математических пакетов (например, *Mathima* и др.).

Самостоятельная работа студентов в течение семестра включает следующие формы работы и виды контроля:

- подготовка к практическим занятиям;

при подготовке к практическим занятиям необходимо проработать теоретические вопросы занятия с использованием материала лекций и рекомендуемой литературы, подробно разобрать примеры решения задач, данных на лекциях, выполнить домашние задания по данной теме;

- подготовка к коллоквиуму по лекционному курсу;

при подготовке к коллоквиуму по лекционному курсу необходимо проработать теоретические вопросы данного модуля с использованием материала лекций и рекомендуемой литературы, подробно изучить примеры, разобранные на лекциях, выполнить домашние задания по данному модулю;

Показателем успешной текущей работы студента является еженедельное выполнение заданий на практических занятиях. Методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по курсу включает:

- конспект лекций;
- основную литературу;

- дополнительную литературу;  
учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы.

## 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Сивухин, Дмитрий Васильевич. Общий курс физики : [учебное пособие для студ. физ. специальностей вузов] : [в 5 т.] / Д.В. Сивухин .— Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2014-.Т. 3: Электричество .— Изд. 6-е, стер. — 2015 .— 654 с. : ил. — Указ.: с.646-654 .— ISBN 978-5-9221-1643-5. <a href="https://lib.vsu.ru/zgate?present+8676+default+1+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus">https://lib.vsu.ru/zgate?present+8676+default+1+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus</a>
2	Савельев, Игорь Владимирович. Курс общей физики : [учебное пособие для студ. вузов, обуч. по техн. направлениям и специальностям] : [в 4 т.] / И.В. Савельев ; под общ. ред. В.И. Савельева .— Москва : КНОРУС, 2012- .— ISBN 978-5-406-02586-4. Т. 2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика .— 2-е изд., стер. — 2012 .— 570 с. : ил. — Предм. указ: с.565-570 .— ISBN 978-5-406-02589-5. <a href="https://lib.vsu.ru/zgate?present+8676+default+1+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus">https://lib.vsu.ru/zgate?present+8676+default+1+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus</a>
3	Сивухин, Дмитрий Васильевич. Общий курс физики : [учебное пособие для студ. физ. специальностей вузов] : [в 5 т.] / Д.В. Сивухин .— Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012- .— ISBN 5-9221-0229-X. Т. 4: Оптика .— Изд. 3-е, стер. — 2013 .— 791 с. : ил. — Указ.: с.784-791 .— ISBN 5-9221-0228-1. <a href="https://lib.vsu.ru/zgate?present+8676+default+1+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus">https://lib.vsu.ru/zgate?present+8676+default+1+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus</a>
4	Паршаков, Александр Николаевич. Оптика в ключевых задачах : [учебное пособие] / А.Н. Паршаков .— Москва : Интеллект, 2016 .— 254, [1] с. : ил. — Библиогр. в конце кн. — ISBN 978-5-91559-212-3. <a href="https://lib.vsu.ru/zgate?present+8676+default+1+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus">https://lib.vsu.ru/zgate?present+8676+default+1+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus</a>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	<u>Калашников С.Г.</u> Электричество : [учебное пособие для студ физ. специальностей вузов] / С. Г. Калашников .— Изд. 6-е, стер. — М. : Физматлит, 2008 .— 624 с. <a href="https://lib.vsu.ru/zgate?present+8697+default+3+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus">https://lib.vsu.ru/zgate?present+8697+default+3+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus</a>
2	Сборник задач по общему курсу физики / под ред. И.А.Яковлева. – М. : Физматлит, 2006. – Кн. III. Электричество и магнетизм. – 232 с. <a href="https://lib.vsu.ru/zgate?present+8697+default+7+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus">https://lib.vsu.ru/zgate?present+8697+default+7+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus</a>
3	Практикум по курсу общей физики. Оптика : учебное пособие для вузов / Воронеж. гос. ун-т; сост.: [О.М. Голицына и др.] .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2008 .— 19 с. <a href="https://lib.vsu.ru/zgate?present+8697+default+1+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus">https://lib.vsu.ru/zgate?present+8697+default+1+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus</a>
4	Курс общей физики. Оптика : учебное пособие для вузов / Воронеж. гос. ун-т; сост. : В.Е. Рисин, А.Е. Гриднев .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2008 .— 28 с. <a href="https://lib.vsu.ru/zgate?present+8697+default+1+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus">https://lib.vsu.ru/zgate?present+8697+default+1+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus</a>

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
1	<a href="#">ru</a> – ЗНБ ВГУ
2	<a href="#">ru</a> – образовательный портал ВГУ

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)**

№ п/п	Источник
1	Иродов И.Е. Задачи по общей физике / И.Е. Иродов. – М.: Лаборатория базовых знаний. 2009 г. 432 с.
2	Сборник задач по общему курсу физики / под ред. И.А.Яковлева. – М. : Физматлит, 2006. – Кн. III. Электричество и магнетизм. – 232 с.
3	Задачи по электричеству и магнетизму : для студ. 2 курса д/о и в/о физ. факультета / Воронеж. гос. ун-т, Каф. общ. физики; Сост.: Н. М. Алейников, А. Н. Алейников .— Воронеж, 2001 – Ч.1 и Ч.2. – 40 с.
4	Лабораторный практикум по электричеству и магнетизму : практическое пособие : 010400, 013800, 014100 / Воронеж. гос. ун-т, Каф. общей физики, Физ. фак.; сост. Н.М. Алейников, А.Н. Алейников .— Воронеж, 2004 – 43 с.
5	Фриш С. Э. Курс общей физики : учебник : в 3 т. / С. Э. Фриш, А. В. Тиморева .– СПб. [и др.] : Лань, 2006.– Т.3: Оптика. Атомная физика .– Изд. 9-е, стер. – 2007 .– 648 с.
6	Ландсберг Г. С. Оптика : учебное пособие для физ. специальностей вузов / Г. С. Ландсберг .– Изд. 6-е, стер. – М. : Физматлит, 2006 .– 848 с.

**17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):**

Для реализации учебной дисциплины используются следующие информационные технологии: элементы программирования (для обработки результатов экспериментов в лабораторных работах), работа с электронными ресурсами на порталах [www.edu.vsu.ru](http://www.edu.vsu.ru) (лекции на образовательных платформах, выкладывание электронных вариантов задачников, учебных пособий на личных страницах преподавателей в образовательном портале), [wru](#) (работа с электронной базой данных библиотеки ВГУ); использование в подготовке материалов лекций и в работе со студентами различных программных математических продуктов, таких как Maxima и др.

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Лекционная аудитория, доска меловая или маркерная 1 шт., столы, стулья в необходимом количестве.

Лабораторные работы по курсу «Электростатика, электромагнетизм, колебания и волны» проводятся в лабораториях кафедры общей физики №103, 427 (г. Воронеж, Университетская площадь, д.1). Лабораторные проводятся в группе по подгруппам до 15 человек. Лаборатория оснащена необходимым количеством рабочих мест (28 столов, из них стол для преподавателя, стол для лаборанта, 4 стола без оборудования, 22 стола с оборудованием для выполнения лабораторных работ по курсам «Электростатика, электромагнетизм, колебания и волны», 45 стульев), компьютером для обработки результатов вычислений, комплектами для выполнения лабораторных работ:

- лабораторное оборудования для выполнения работ по определению удельного заряда электрона в вакуумном диоде и методом магнетрона,
- лабораторное оборудования для выполнения работ по изучению электронного осциллографа,
- лабораторное оборудования для выполнения работ по изучению электростатического поля,
- лабораторное оборудования для выполнения работ по исследованию процесса заряда и разряда конденсатора,
- лабораторное оборудования для выполнения работ по изучению сегнетоэлектриков,
- лабораторное оборудования для выполнения работ по определению температурной зависимости сопротивления металлов,
- лабораторное оборудования для выполнения работ по определению горизонтальной составляющей магнитного поля Земли различными методами,
- лабораторное оборудования для выполнения работ по исследованию петли гистерезиса ферромагнетиков,
- лабораторное оборудования для выполнения работ по определению электродинамической постоянной,
- лабораторное оборудования для выполнения работ по изучению законов постоянного тока,
- лабораторное оборудования для выполнения работ по исследованию полупроводниковых выпрямителей;
- осциллограф С1-178.1 (4 шт.);
- электронный секундомер;
- осциллографы цифровые ADS-2031 (5 шт.);
- цифровой счётчик U8533341-230 (4 шт.);
- Компьютер HP ProDesk 400 G5 DM с монитором ЖК 22" BenQ BL2283 и колонками (1 шт.);
- лабораторные комплексы ЛКО-11, ЛКО-1А, ЛКО-3;
- лабораторные модули МРО-1, МРО-2, МРО-3, МУК-ОВ;
- рефрактометр ИФР-454Б2М;
- фотометр КФК-5М;
- кристалл с двухлучевым преломлением (2 шт.);
- лабораторная установка «Бипризма Френеля» (2 шт.);
- спектрофотометр ПЭ-5300ВИ (2 шт.);
- стеклянная вставка для опытов с кольцами Ньютона (3 шт.);
- Учебная установка "Изучение внешнего фотоэффекта" Модель ЭЛБ-190.028.04 (1 шт.);
- Компьютер HP ProDesk 400 G5 DM с монитором ЖК 22" BenQ BL2283 и колонками (1 шт.).

Аудитория для самостоятельной работы студентов кафедры общей физики №122 (г. Воронеж, Университетская площадь, д.1). Компьютеры DELL – 4 шт., Подключение к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7.

### **19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций**

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Электростатика	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.2, ОПК-1.5, ОПК-1.7, ОПК-2.1, ОПК-2.4	Контрольная работа 1 Коллоквиум 1 Отчет по лабораторной работе 1-11.
2	Постоянный электрический ток	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.2, ОПК-1.5, ОПК-1.7, ОПК-2.1, ОПК-2.4	
3	Магнитостатика	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.2, ОПК-1.5, ОПК-1.7, ОПК-2.1, ОПК-2.4	
4	Энергия электромагнитного поля. Преобразование полей	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.2, ОПК-1.5, ОПК-1.7, ОПК-2.1, ОПК-2.4	
5	Электромагнитная индукция	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.2, ОПК-1.5, ОПК-1.8, ОПК-2.1, ОПК-2.4	
6	Уравнения Максвелла и следствия из них	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.2, ОПК-1.5, ОПК-1.8, ОПК-2.1, ОПК-2.4	
7	Геометрическая оптика	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.2, ОПК-1.5, ОПК-1.7, ОПК-2.1, ОПК-2.4	Контрольная работа 2 Коллоквиум 2 Отчет по лабораторной работе 12-18.
8	Интерференция света	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.2, ОПК-1.5, ОПК-1.7, ОПК-2.1, ОПК-2.4	
9	Дифракция света	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.2, ОПК-1.5, ОПК-1.7, ОПК-2.1, ОПК-2.4	
10	Поляризация света	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.2, ОПК-1.5, ОПК-1.7, ОПК-2.1, ОПК-2.4	
11	Взаимодействие света с веществом	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.2, ОПК-1.5, ОПК-1.7, ОПК-2.1, ОПК-2.4	
Текущая аттестация форма контроля — зачет				Перечень вопросов
Промежуточная форма контроля — экзамен				Комплект КИМ

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

### Контрольные работы:

#### Контрольная №1

##### **Вариант 1.**

Задание 1. Напряжение на концах проводника 8В, сопротивление 4 Ом, сила тока равна ...

а) 1А; б) 2А; в) 4А; г) 32А

Задание 2. Чем определяется мощность, выделяемая в цепи переменного тока?

а) только амплитудами тока и напряжения, б) амплитудами тока и напряжения и разностью фаз между ними, в) амплитудой тока и сопротивлением цепи.

Задание 3 Модуль напряженности электрического поля в данной точке при уменьшении заряда создающего поле в 3 раза...

Задание 4. Конденсатор зарядили до напряжения 220 В, а затем разрядили через резистор. При разряде на резисторе выделилось 0,5 Дж теплоты. Найти ёмкость конденсатора.

##### **Вариант 2.**

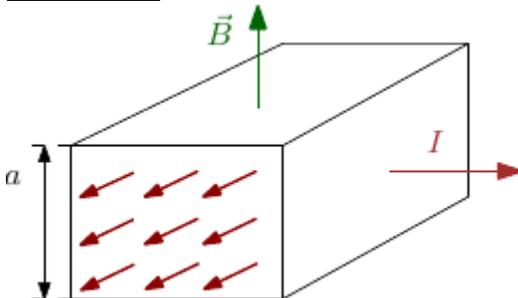
Задание 1. Поток вектора напряжённости электростатического поля в вакууме сквозь любую замкнутую поверхность ...

а) пропорционален алгебраической сумме зарядов, заключённых внутри этой поверхности; б) пропорционален произведению зарядов, заключённых внутри этой поверхности; в) пропорционален отношению зарядов, заключённых внутри этой поверхности; г) пропорционален сумме модулей зарядов, заключённых внутри этой поверхности

Задание 2. Чему равна циркуляция вектора намагниченности  $\mathbf{J}$ ?

а) алгебраической сумме токов намагничивания, б) нулю, в) алгебраической сумме токов.

Задание 3.



В электромагнитном насосе для перекачки расплавленного металла участок трубы с металлом находится в однородном магнитном поле с индукцией  $B$  (см. рисунок). Через этот участок трубы в перпендикулярном вектору  $\mathbf{B}$  и оси трубы направлении пропускают равномерно распределенный ток  $I$ . Найти избыточное давление, создаваемое насосом при  $B = 0,10$  Тл,  $I = 100$  А и  $a = 2,0$  см.

Задание 4. Электропроводка должна выполняться из достаточно толстого провода, чтобы он сильно не нагревался и не создавал угрозы пожара. Если проводка рассчитана на максимальную силу тока 16 А и на погонном метре провода должно выделяться не более 2 Вт тепла, то диаметр медного провода (с учетом того, что удельное сопротивление меди равно  $17 \text{ нОм}\cdot\text{м}$ ) равен...

### **Вариант 3.**

Задание 1. Электрический потенциал поля - это величина равная ...

а) потенциальной энергии единичного положительного заряда в данной точке поля; б) произведение потенциальной энергии заряда и его величины; в) отношение величины заряда к его потенциальной энергии; г) отношение величины заряда к его кинетической энергии

Задание 2. Чему равна циркуляция вектора магнитной индукции для стационарных токов?

а) алгебраической сумме токов, пронизывающих контур, б) нулю.

Задание 3 Имеется бесконечная пластина из однородного ферромагнетика с намагниченностью  $\mathbf{J}$ . Найти векторы  $\mathbf{B}$  и  $\mathbf{H}$  внутри и вне пластины, если вектор  $\mathbf{J}$  направлен перпендикулярно поверхности пластины.

Задание 4. Кольцо радиуса  $R$  из тонкой проволоки имеет заряд  $q$ . Найти модуль напряженности электрического поля на оси кольца на расстоянии  $l$  от центра.

### **Вариант 4.**

Задание 1. В постоянном электрическом поле поверхность проводника

а) является эквипотенциальной, б) не является эквипотенциальной.

Задание 2. В постоянном электрическом поле на поверхность проводника действует сила, направленная

а) по нормали к поверхности наружу, б) по нормали внутрь проводника, в) сила не действует.

Задание 3 Радиолокатор работает на длине волны  $\lambda = 50,0$  см. Найти скорость приближающегося самолёта, если частота биений между сигналами передатчика и отражёнными от самолёта в месте расположения локатора  $\Delta\nu = 1,00$  кГц.

Задание 4. Две батареи ( $E_1=1.2$  В,  $r_1=0.1$  Ом и  $E_2=0.9$  В,  $r_2=0.3$  Ом) соединены одноименными полюсами. Сопротивление  $R$  соединительных проводов равно 0.2 Ом. Определить силу тока  $I$  в цепи.

## **Контрольная №2**

### **Вариант 1.**

Задание 1. К какому диапазону относится излучение с длиной волны 100 нм?  
а) ультрафиолетовому, б) видимому, в) инфракрасному.

Задание 2. Чем определяется предел разрешающей способности оптических инструментов?

а) дифракцией, б) сферической аберрацией, в) чувствительностью фотоприёмника.

Задание 3 На экран с круглым отверстием нормально падает монохроматическая световая волна интенсивности  $I$ . Чему будет равна интенсивность света в центре дифракционной картины, наблюдающейся на экране, отстоящем на расстоянии,

соответствующем одной открытой зоне Френеля?

Задание 4. Луч света падает на плоскопараллельную стеклянную пластину толщины  $d = 6,0$  см. Угол падения  $\theta = 60^\circ$ . Найти смещение луча, прошедшего через эту пластину.

### Вариант 2.

Задание 1. Как зависит от температуры энергия  $E$ , излучаемая в равновесных условиях абсолютно чёрным телом? (Закон Стефана-Больцмана).

а)  $E \sim T^2$ , б)  $E \sim T^3$ , в)  $E \sim T^4$

Задание 2. Разность хода двух интерферирующих лучей равна  $\lambda/4$  ( $\lambda$  – длина волны). Разность фаз колебаний равна:

а) 90; б) 30, в) 60, г) 45

Задание 3 Свет интенсивности  $I_0$  падает нормально на идеально прозрачную пластинку. Считая, что коэффициент отражения каждой поверхности её  $\rho = 0,05$ , найти интенсивность  $I$  прошедшего через пластинку света с учётом только однократных отражений.

Задание 4. Найти зависимость между групповой и фазовой скоростями следующего закона дисперсии:  $v \sim 1/\sqrt{\lambda}$ , где  $\lambda$ ,  $k$  и  $\nu$  — длина волны, волновое число и частота.

### Вариант 3.

Задание 1. К какому диапазону относится излучение с длиной волны 1 мкм?

а) ультрафиолетовому, б) видимому, в) инфракрасному.

Задание 2. Какого типа интерференция происходит в интерферометре Фабри-Перо?

Ответ: а) многолучевая, б) двухлучевая, в) однолучевая

Задание 3 Энергетическая светимость абсолютно чёрного тела  $M_g = 3,0$  Вт/см<sup>2</sup>. Определить длину волны, отвечающую максимуму испускательной способности этого тела.

Задание 4. От двух когерентных источников  $S_1$  и  $S_2$  ( $l = 0,8$  мкм) лучи попадают на экран. На экране наблюдается интерференционная картина. Когда на пути одного из лучей перпендикулярно ему поместили мыльную пленку ( $n = 1,33$ ), интерференционная картина изменилась на противоположную. При какой наименьшей толщине  $d_{\min}$  пленки это возможно?

### Вариант 4.

Задание 1. Какая величина измеряется в канделах?

а) сила света, б) освещённость, в) яркость.

Задание 2. Каким является изображение в кеплеровой трубе?

а) перевёрнутым, б) прямым, в) такого оптического инструмента не существует.

Задание 3 Между точечным источником света и экраном поместили диафрагму с круглым отверстием, радиус которого  $r$  можно менять. Расстояние от диафрагмы до источника и экрана равны  $a = 100$  см и  $b = 125$  см. Определить длину волны света, если максимум освещенности в центре дифракционной картины на экране наблюдается при  $r_1 = 1,00$  мм и следующий максимум – при  $r_2 = 1,29$  мм.

Задание 4. В некоторой области пространства накладываются две когерентные световые волны интенсивностями  $I$  и  $4I$ . Чему будет равна интенсивность в

максимуме освещённости?

Форма проведения:

Каждый вариант контрольной работы содержит 4 задания. При выполнении контрольных работ обучающийся свой ответ фиксирует на Листе ответа, который затем сдается преподавателю. Преподаватель вправе задавать уточняющие вопросы в рамках контрольной работы, а также дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины. Ограничение по времени выполнения: 1 час 30 минут.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он верно решил все задачи, указав и пояснив решения с помощью соответствующих законов и зависимостей.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он верно решил все задачи, но допустил неточности, либо если он верно решил и пояснил решение двух задач.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он решил задачи, но не пояснил решение, либо же если он верно решил одну задачу с указанием и пояснением решения.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту в случае, если ни одна задача не решена верно

## **Коллоквиумы**

### Коллоквиум 1.

#### Список вопросов

- Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции
- Закон Кулона. Полевая трактовка закона Кулона
- Поле диполя
- Работа сил электрического поля. Потенциальный характер электрического поля
- Связь между потенциалом и напряженностью электрического поля
- Теорема Остроградского – Гаусса. Ее применение
- Работа сил электрического поля
- Постоянный ток. Дифференциальная форма законов Ома и Джоуля – Ленца
- Строение ЭДС. Закон Ома для полной цепи
- Закон взаимодействия токов. Полевая трактовка взаимодействия
- Закон Био – Савара – Лапласа, его применение
- Силы, действующие на токи в полях. Сила Лоренца. Обобщенное уравнение движения в полях

### Коллоквиум 2.

## Список вопросов

- Электромагнитные волны. Уравнения Максвелла.
- Отражение электромагнитных волн.
- Преломление электромагнитных волн.
- Показатель преломления вещества.
- Полное внутренне отражение.
- Постулаты геометрической оптики. Принцип Ферма.
- Преломление сферической поверхностью. Тонкая линза.
- Центрированные оптические системы.
- Оптические инструменты.
- Погрешности оптических систем.
- Интерференция электромагнитных волн.
- Интерференция света при отражении от тонких пластин и плёнок полосы. равного наклона и полосы равной толщины.
- Кольца Ньютона.
- Дифракция Френеля на простых объектах.
- Дифракция Фраунгофера.
- Дифракционная решётка.
- Поперечность световых волн. Поляризация света.
- Анизотропные среды. Двойное лучепреломление.
- Плоские монохроматические волны в анизотропной среде. Одноосные кристаллы.
- Тензор диэлектрической проницаемости анизотропной среды.
- Анализ хода лучей в кристаллах с помощью построений Гюйгенса.
- Кристаллические поляризационные устройства.
- Интерференция поляризованных лучей.

### Форма проведения:

Каждый вариант коллоквиума содержит 4 вопроса. Обучающийся фиксирует свои ответы на Листе ответа, который затем сдается преподавателю. Преподаватель вправе задавать уточняющие вопросы в рамках пройденного материала. Ограничение по времени выполнения: 1 час 30 минут.

### Критерии оценки:

Оценка «отлично»: даны полные, развёрнутые ответы на четыре вопроса коллоквиума. Ответы должны отличаться логической последовательностью, чёткостью, умением делать выводы. Ответ структурирован. Допускаются незначительные недочёты со стороны обучающегося, исправленные им в процессе ответа.

Оценка «хорошо»: дан полный аргументированный ответ на три вопроса коллоквиума, при ответе на один вопрос имеются существенные недочёты. Возможны некоторые упущения в ответах, однако в целом содержание вопроса раскрыто полно.

Оценка «удовлетворительно»: даны неполные ответы на вопросы коллоквиума, либо дан ответ лишь на два вопроса из четырёх. Слабо аргументированный ответ,

свидетельствующий об элементарных знаниях по дисциплине.

Оценка «неудовлетворительно»: отмечено незнание и непонимание поставленных вопросов, слабые ответы на вопросы из предоставленных обучающемуся. Отсутствие аргументации при ответе.

Оценка «неудовлетворительно»: отмечено незнание и непонимание поставленных вопросов, слабые ответы на вопросы из предоставленных обучающемуся. Отсутствие аргументации при ответе.

## **Лабораторные работы**

### Перечень лабораторных работ

Лабораторная работа 1. Изучение электронного осциллографа.

Лабораторная работа 2. Изучение электростатического поля.

Лабораторная работа 3. Исследование процессов заряда и разряда конденсатора.

Лабораторная работа 4. Изучение сегнетоэлектриков.

Лабораторная работа 5. Определение температурной зависимости сопротивления металлов.

Лабораторная работа 6. Определение температурной зависимости сопротивления полупроводников.

Лабораторная работа 7. Определение электродинамической постоянной.

Лабораторная работа 8. Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли при помощи тангенс гальванометра.

Лабораторная работа 9. Исследование петли гистерезиса ферромагнетиков.

Лабораторная работа 10. Полупроводниковые выпрямители.

Лабораторная работа 11. Изучение законов постоянного тока.

Лабораторная работа 12. Определение фокусного расстояния сложного объектива с помощью оптической скамьи ОСК-2.

Лабораторная работа 13. Исследование дисперсии стеклянной призмы.

Лабораторная работа 14. Изучение спектрального прибора УМ-2. Определение красной границы фотоэффекта.

Лабораторная работа 15. Исследование спектров поглощения растворов.

Лабораторная работа 16. Измерение показателя преломления жидкостей с помощью рефрактометра.

Лабораторная работа 17. Изучения явления интерференции с помощью бипризмы Френеля.

Лабораторная работа 18. Определение длины световой волны с помощью колец Ньютона.

### **Комплект вопросов к работам лабораторного практикума.**

Лабораторная работа № 1. Изучение электронного осциллографа.

1. Назначение осциллографа.

2. Основные части осциллографа, их назначение.
3. Устройство электроннолучевой трубки, чувствительность трубки.
4. Как производится фокусировка луча?
5. Как регулируется яркость изображения на экране?
6. Что такое синхронизация, почему она необходима?
7. Генератор развёртки. Его назначение. Объяснить необходимость пилообразной формы напряжения развёртки.
8. Сложение двух взаимно перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу.
9. Уметь построить изображение сигнала на экране по заданным преподавателем сигналам на "X" и "Y" пластинах.
10. Определение частоты сигнала методом Лиссажу.
11. Определение частоты сигнала методом круговой развёртки.
12. Определение сдвига фаз между током и напряжением в RC – цепочке.

#### Лабораторная работа № 2. Изучение электростатического поля.

1. Понятие об электростатическом поле, его свойствах.
2. Напряженность и потенциал, связь между ними.
3. Силовые линии поля и эквипотенциальные поверхности, их взаимное расположение.
4. Объяснить, почему в работе измеряется распределение потенциалов, а не с напряженностью.
5. Свойство потенциальности электростатических полей. Работа сил электростатического поля.
6. Как по экспериментально полученной картине поля вычислить значение напряженности в данной точке поля?

#### Лабораторная работа № 3. Исследование процессов заряда и разряда конденсатора.

1. Емкость, ее зависимость от свойств среды.
2. Емкость уединенного проводника, плоского конденсатора. Единицы емкости в системах СИ, СГС.
3. Какие токи можно считать квазистационарными?
4. Понятие о токах смещениях.
5. Связь между током и напряжением на конденсаторе
6. Какова цель преобразования координат в полулогарифмические при построении зависимостей напряжения заряда и разряда от времени?

#### Лабораторная работа № 4. Определение удельного заряда электрона в вакуумном диоде.

1. Что такое работа выхода электронов из металла?
2. Причины отклонения термоэлектронного тока от закона Ома.
3. Уравнение Богуславского-Ленгмюра (вывод).
4. Определение удельного заряда электрона из закона термоэлектронной эмиссии

#### Лабораторная работа № 4. Изучение сегнетоэлектриков.

1. Какие из диэлектриков относятся к сегнетоэлектрикам.
2. Как можно объяснить природу сегнетоэлектрических явлений.

3. Как с помощью схемы Сойлера-Тауэра наблюдается петля диэлектрического гистерезиса.
4. Как производится калибровка осей осциллографа? Указать область применения сегнетоэлектриков.

Лабораторная работа № 5. Определение температурной зависимости сопротивления металлов.

1. Классификация веществ на металлы, полупроводники и диэлектрики. В чём условность такого деления?
2. Различие между металлами и полупроводниками, полупроводниками и диэлектриками.
3. Причина высокой электропроводности металлов.
4. Объяснить причину возрастания электрического сопротивления металлов с температурой.
5. Объяснить методику определения  $R_0$  и  $\alpha$  по графику  $R = R(t)$ .
6. Понятие о сверхпроводимости.

Лабораторная работа № 6. Определение температурной зависимости сопротивления полупроводников.

1. Объяснить физический механизм проводимости в полупроводниках.
2. Влияние примесей на электропроводность полупроводников.
3. Объяснить причину уменьшения электрического сопротивления полупроводников с температурой.
4. Объяснить методику определения  $R_0$  и  $B$  по графику зависимости логарифма сопротивления от температуры.

Лабораторная работа № 7. Определение электродинамической постоянной.

1. Электродинамическая постоянная и ее физический смысл
2. Системы единиц физических величин СИ и СГС. Различия между ними
3. Система единиц СГСЭ и СГСМ. Различия между ними. Недостатки каждой из этих систем
4. Как практически определить электродинамическую постоянную?

Лабораторная работа № 8. Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли при помощи тангенс-гальванометра.

1. Элементы земного магнетизма. Магнитные и географические полюсы. Магнитное склонение. Магнитное наклонение.
2. Понятие магнитного поля. Основная характеристика магнитного поля – индукция. Линии индукции, их свойства.
3. Напряженность и индукция магнитного поля. Единицы измерения.
4. Принцип суперпозиции полей. Закон Био-Савара-Лапласа. Его применение при расчете поля в центре кругового тока. На чем основан метод определения  $H_0$ ?

Лабораторная работа № 9. Исследование петли гистерезиса ферромагнетиков.

1. Как классифицировать магнетики?

2. Как объясняется природа ферромагнетиков?
3. В чем заключается явление гистерезиса?
4. Что такое магнитная проницаемость вещества?
5. Какой смысл остаточной индукции и коэрцитивной силы?
6. Объяснить методику изучения гистерезиса с помощью осциллографа.
7. Объяснить ход основной кривой намагничивания.
8. Как по форме петли гистерезиса определить свойства ферромагнетика и тепловые потери?
9. Как осуществляется калибровка осциллографа в единицах В и Н?

#### Лабораторная работа № 10. Полупроводниковые выпрямители.

1. Назначение выпрямителей.
2. Принцип работы полупроводниковых диодов, их достоинства.
3. Параметры полупроводниковых диодов.
4. Зависимость выпрямительных свойств диода от его вольт-амперной характеристики.
5. Основные схемы выпрямления, их достоинства и недостатки.
6. Объяснить принцип осциллографирования вольт-амперной характеристики диода.
7. Каким образом достигается сглаживание пульсаций выпрямленного тока

#### Лабораторная работа № 11. Изучение законов постоянного тока.

1. Сформулируете закон Ома: для участка цепи; для полной цепи; для участка цепи, включающей ЭДС.
2. Понятие сторонних сил
3. Закон Джоуля-Ленца в дифференциальной и интегральной формах.
4. Как определить внутреннее сопротивление и ЭДС источника?

#### Лабораторная работа № 12. Определение фокусного расстояния сложного объектива с помощью оптической скамьи ОСК-2.

1. Преломление в линзе. Формула тонкой линзы.
2. Центрированная система, ее кардинальные элементы.
3. Построение изображений в центрированной системе.
4. Методика измерений (нарисовать и объяснить ход лучей, проанализировать рабочие формулы, сделать оценку погрешностей измерений).

#### Лабораторная работа № 13. Исследование дисперсии стеклянной призмы.

1. Что такое дисперсия света? Физические причины дисперсии. Нормальная и аномальная дисперсия. Характер зависимости показателя преломления от длины волны в области нормальной и аномальной дисперсии.
2. Дисперсия вещества. Линейная и угловая дисперсия призмы.
3. Назначение и устройство гониометра.
4. Методика лабораторной работы. Вывод рабочей формулы. Источники возможных погрешностей и их оценка.

Лабораторная работа № 14. Изучение спектрального прибора УМ-2. Определение красной границы фотоэффекта.

1. Монохроматор, спектрометр, спектрограф; их принцип действия, устройство.
2. Что такое спектр? Линейчатый, полосатый и непрерывный спектры.
3. Понятие о внешнем и внутреннем фотоэффекте. Использование фотоэффекта в приборах.
4. Законы фотоэффекта и их объяснение. Уравнение Эйнштейна.

Лабораторная работа № 15. Исследование спектров поглощения растворов.

1. Физические причины поглощения света в веществе. Прозрачные окрашенные и неокрашенные вещества.
2. Анализ закона Бугера.
3. Методика лабораторной работы.

Лабораторная работа № 16. Измерение показателя преломления жидкостей с помощью рефрактометра.

1. Явление полного внутреннего отражения (условия возникновения и физическое объяснение). Применение.
2. Рассмотреть распространение преломленной и отраженной волны при полном внутреннем отражении.
3. Показать, что при полном внутреннем отражении весь поток энергии отражается в первую среду.
4. Устройство измерительной головки рефрактометра. Образование границы света и тени в приборе (ход лучей).
5. Оптическая схема рефрактометра. Зачем нужна и как работает призма прямого зрения.

Лабораторная работа № 17. Изучения явления интерференции с помощью бипризмы Френеля.

1. Интерференция волн. Условия интерференции (доказать необходимость неперпендикулярности и когерентности колебаний для наблюдения интерференции).
2. Что такое разность хода, оптическая разность хода? Как и почему они влияют на интерференционную картину? Что такое ширина интерференционной полосы?
3. Почему при увеличении размеров источника ухудшается видимость интерференционной картины?
4. Интерференционная схема с бипризмой Френеля. Ход лучей. Методика лабораторной работы. Вывод рабочих формул.

Лабораторная работа №18. Определение длины световой волны с помощью колец Ньютона.

1. Полосы равной толщины, их локализация.
2. Кольца Ньютона как пример полос равной толщины. Ход лучей, анализ рабочей формулы.
3. Влияние немонахроматичности света на различимость интерференционной картины.

Форма проведения:

К каждой лабораторной работе имеется набор вопросов. При сдаче лабораторных работ обучающемуся задаются вопросы, касающиеся сделанной лабораторной работы, на которые обучающийся должен ответить устно, либо письменно если это предусмотрено вопросом. Преподаватель вправе задавать уточняющие вопросы в рамках лабораторной работы, а также дополнительные вопросы в рамках темы лабораторной работы. Ограничение по времени выполнения: 20 минут.

Критерии оценки- сдача лабораторных работ

«Зачтено»: лабораторная работа выполнена. К ней оформлен отчёт. При ответе на вопросы к лабораторной работе обучающийся даёт содержательные ответы, которые отличаются логической последовательностью, чёткостью и умением делать выводы. Обучающийся демонстрирует знания принципа действия и устройства оборудования, на котором выполнялась лабораторная работа.

«Незачтено»: лабораторная работа не выполнена, либо при выполнении работы не оформлен отчёт. В случае выполнения работы и готового отчёта работа не зачитывается, если обучающийся не способен рассказать о методике выполнения работы и принципе работы оборудования.

## Перечень вопросов к текущей аттестации (зачёт):

1. Электромагнитные взаимодействия. Электростатика.
2. Проводники и диэлектрики в электрическом поле.
3. Постоянный электрический ток.
4. Стационарные магнитные поля. Гиромагнитные эффекты.
5. Электромагнитная индукция.
6. Уравнения Максвелла. Основные свойства электромагнитного поля.
7. Переменный ток. Электропроводность.
8. Контактные явления. Термоэлектронная эмиссия.
9. Электрический ток в газах.
10. Понятие волнового фронта. Понятие фазовой скорости.
11. Понятие интенсивности света. Почему в оптике широко используется эта величина?
12. Понятие поляризации света. Виды поляризации. При какой разности фаз и каком соотношении между амплитудами линейно поляризованных волн можно смоделировать свет с круговой поляризацией, эллиптически поляризованный свет, естественный свет.
13. Получить формулы Френеля для случая нормального падения света на границу раздела двух диэлектриков.
14. Как от формул Френеля перейти к расчету интенсивностей отраженной и преломленной волны? Как учесть поляризацию световой волны, падающей на границу раздела прозрачных диэлектриков при отражении и преломлении света? Зачем это нужно делать?
15. Угол Брюстера. Частично поляризованный свет. Степень поляризации.
16. Интерференция света. Признак интерференции. Показать, что для наблюдения интерференции необходимо обеспечить неперпендикулярность и согласованность колебаний при наложении волн. Зачем нужно усреднение?
17. Задача с двумя когерентными источниками. Распределение интенсивности в интерференционной картине. Условия интерференционных максимумов и минимумов. Видность интерференции. Ширина интерференционных полос.
18. Дифракция света. Дифракция Френеля и дифракция Фраунгофера. Принцип Гюйгенса-Френеля.
19. Дифракция Фраунгофера на щели. Получить распределение интенсивности в дифракционной картине.
20. Дифракционная решётка как спектральный прибор. Критерий Рэлея. Разрешающая способность дифракционной решётки.
21. Что такое дисперсия света? Что такое нормальная и что такое аномальная дисперсия? Когда какая наблюдается? Физический смысл комплексного показателя преломления.
22. Двойное лучепреломление. Когда оно наблюдается? Понятие оптической оси кристалла. Плоскость главного сечения кристалла. Поляризация обыкновенного и необыкновенного луча. Положительные и отрицательные

кристаллы.

23. Вывести закон Малюса.

24. Устройство и принцип действия поляризаторов. Принцип действия поляроидных плёнок.

Форма проведения:

Каждый билет к зачету содержит 2 вопроса. Обучающийся фиксирует свои ответы на Листе ответа, который затем сдается преподавателю. Преподаватель вправе задавать уточняющие вопросы в рамках пройденного материала. Ограничение по времени выполнения: 1 час 30 минут.

Критерии оценки обучающихся на текущей аттестации (зачёт)

«Зачтено»: сдано не менее 90% лабораторных работ по курсу. Оформлены отчёты по работам. При ответе на вопросы обучающийся даёт содержательные ответы на вопросы к зачету, которые отличаются логической последовательностью, чёткостью и умением делать выводы.

«Незачтено»: сдано менее 90% лабораторных работ по курсу. Обучающийся не способен дать содержательные ответы на вопросы к зачету.

**Пример контрольно-измерительного материала (КИМ)**

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой общей физики

\_\_\_\_\_ (Турицев С.Ю.)

Направление подготовки: 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг.

Дисциплина: Б1.О.09 Электростатика, электромагнетизм, колебания и волны

Форма обучения: очная

Вид контроля: экзамен

Вид аттестации: промежуточная

**Контрольно-измерительный материал № 1**

1. Электрические заряды и их свойства. Закон Кулона
2. Уравнение плоской монохроматической волны.

Составитель \_\_\_\_\_ Занин И.Е.  
*подпись* *расшифровка подписи*

Промежуточная аттестация по дисциплине – экзамен. В приложение к диплому вносится оценка *отлично/хорошо/удовлетворительно*. Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета.

Форма проведения:

При сдаче экзамена каждый КИМ включает 2 вопроса. При подготовке к ответу обучающийся конспект своего ответа фиксирует на Листе ответа, который затем сдается экзаменатору. Экзаменатор вправе задавать уточняющие вопросы в рамках билета, а также дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины. Ограничение по времени выполнения: 1 час 30 минут.

Критерии оценки (экзамен по теоретическому курсу «Электростатика, электромагнетизм, колебания и волны»):

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он верно ответил на все вопросы, дополнив и пояснив ответ с помощью соответствующих законов и зависимостей, а также успешно прошел текущие аттестации (написал 2 контрольные и 2 коллоквиума на оценки не ниже чем «хорошо»)

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он верно ответил на все вопросы, но допустил неточности, либо если он верно ответил на все вопросы, дополнив и пояснив только один из ответов с помощью соответствующих законов и зависимостей, а также успешно прошел текущие аттестации (написал 2 контрольные и 2 коллоквиума на оценки не ниже чем «хорошо»)

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он ответил на все вопросы, дополнив и пояснив ответ с помощью соответствующих законов и зависимостей, но не пояснил ответ, либо же если он верно ответил на один из вопросов дополнив и пояснив ответ с помощью соответствующих законов и зависимостей, а также если студент неуспешно прошел текущие аттестации (написал 2 контрольные и 2 коллоквиума на оценки ниже чем «хорошо»)

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту в случае, если студент не ответил ни на один вопрос, а также если студент неуспешно прошел текущие аттестации (написал 2 контрольные и 2 коллоквиума на оценки ниже чем «хорошо»)

Факт невыполнения требований, предъявляемых к студенту при освоении дисциплины «Механика, молекулярная физика и термодинамика» и отражённых в вышеперечисленных критериях, фиксируется в ведомости оценкой *неудовлетворительно*.

## 21. Фонд оценочных средств

### 1) тестовые задания (жирным шрифтом выделен правильный ответ):

- Напряжение на концах проводника 8В, сопротивление 4 Ом, сила тока равна ...  
а) 1А; **б) 2А**; в) 4А; г) 32А
- Поток вектора напряжённости электростатического поля в вакууме сквозь любую замкнутую поверхность ...  
а) пропорционален алгебраической сумме зарядов, заключённых внутри этой поверхности; б) пропорционален произведению зарядов, заключённых внутри этой поверхности; в) пропорционален отношению зарядов, заключённых внутри этой поверхности; г) пропорционален сумме модулей зарядов, заключённых внутри этой поверхности
- Электрический потенциал поля - это величина равная ...  
а) потенциальной энергии единичного положительного заряда в данной точке поля; б) произведение потенциальной энергии заряда и его величины; в) отношение величины заряда к его потенциальной энергии; г) отношение величины заряда к его кинетической энергии
- В постоянном электрическом поле поверхность проводника  
а) является эквипотенциальной, б) не является эквипотенциальной.
- В постоянном электрическом поле на поверхность проводника действует сила, направленная  
а) по нормали к поверхности наружу, б) по нормали внутрь проводника, в) сила не действует.
- Чему равна циркуляция вектора магнитной индукции для стационарных токов?  
а) алгебраической сумме токов, пронизывающих контур, б) нулю.
- Чему равна циркуляция вектора намагниченности  $J$ ?  
а) алгебраической сумме токов намагничивания, б) нулю, в) алгебраической сумме токов.
- Чем определяется мощность, выделяемая в цепи переменного тока?  
а) только амплитудами тока и напряжения, б) амплитудами тока и напряжения и разностью фаз между ними, в) амплитудой тока и сопротивлением цепи.
- К какому диапазону относится излучение с длиной волны 100 нм?  
а) ультрафиолетовому, б) видимому, в) инфракрасному.
- Как зависит от температуры энергия  $E$ , излучаемая в равновесных условиях абсолютно чёрным телом? (Закон Стефана-Больцмана).  
а)  $E \sim T^2$ , б)  $E \sim T^3$ , в)  $E \sim T^4$ .
- К какому диапазону относится излучение с длиной волны 1 мкм?  
а) ультрафиолетовому, б) видимому, в) инфракрасному.
- Какая величина измеряется в канделах?  
а) сила света, б) освещённость, в) яркость.
- Каким является изображение в кеплеровой трубе?  
а) перевёрнутым, б) прямым, в) такого оптического инструмента не существует.
- Какого типа интерференция происходит в интерферометре Фабри-Перо?  
Ответ: а) многолучевая, б) двухлучевая, в) однолучевая
- Разность хода двух интерферирующих лучей равна  $\lambda/4$  ( $\lambda$  – длина волны). Разность фаз колебаний равна:  
а) 90; б) 30, в) 60, г) 45

16. Чем определяется предел разрешающей способности оптических инструментов?

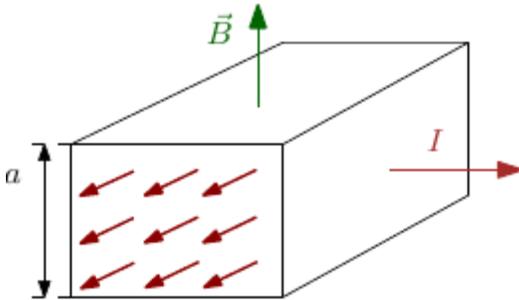
а) дифракцией, б) сферической aberrацией, в) чувствительностью фотоприёмника.

2) расчётные задачи:

1. Модуль напряжённости электрического поля в данной точке при уменьшении заряда создающего поле в 3 раза...

Ответ: уменьшится в 3 раза.

2.



В электромагнитном насосе для перекачки расплавленного металла участок трубы с металлом находится в однородном магнитном поле с индукцией  $B$  (см. рисунок). Через этот участок трубы в перпендикулярном вектору  $\mathbf{B}$  и оси трубы направлении пропускают равномерно распределенный ток  $I$ . Найти избыточное давление, создаваемое насосом при  $B=0,10$  Тл,  $I=100$  А и  $a=2,0$  см.

Ответ:  $\Delta p = IB/a = 0,5$  кПа.

3. Имеется бесконечная пластина из однородного ферромагнетика с намагниченностью  $\mathbf{J}$ . Найти векторы  $\mathbf{B}$  и  $\mathbf{H}$  внутри и вне пластины, если вектор  $\mathbf{J}$  направлен перпендикулярно поверхности пластины.

Ответ:  $B=0$  всюду, вне пластины  $\mathbf{H}=0$ , внутри  $\mathbf{H}=-\mathbf{J}$ .

4. Радиолокатор работает на длине волны  $\lambda=50,0$  см. Найти скорость приближающегося самолёта, если частота биений между сигналами передатчика и отражёнными от самолёта в месте расположения локатора  $\Delta\nu=1,00$  кГц.

Ответ:  $v = \lambda\Delta\nu/2 = 900$  км/ч.

5. Две батареи ( $E_1=1,2$  В,  $r_1=0,1$  Ом и  $E_2=0,9$  В,  $r_2=0,3$  Ом) соединены одноименными полюсами. Сопротивление  $R$  соединительных проводов равно  $0,2$  Ом. Определить силу тока  $I$  в цепи.

Ответ:  $I=0,5$  А.

6. Кольцо радиуса  $R$  из тонкой проволоки имеет заряд  $q$ . Найти модуль напряжённости электрического поля на оси кольца на расстоянии  $l$  от центра.

Ответ:  $E = q/[4\pi\epsilon_0(R^2 + l^2)^{3/2}]$ .

7. Электропроводка должна выполняться из достаточно толстого провода, чтобы он сильно не нагревался и не создавал угрозы пожара. Если проводка рассчитана на максимальную силу тока  $16$  А и на погонном метре провода должно выделяться не более  $2$  Вт тепла, то диаметр медного провода (с учетом того, что удельное сопротивление меди равно  $17$  нОм·м) равен...

Ответ:  $1,7$  мм.

8. Конденсатор зарядили до напряжения  $220$  В, а затем разрядили через резистор. При разряде на резисторе выделилось  $0,5$  Дж теплоты. Найти ёмкость конденсатора.

Ответ: 20,7 мкФ.

9. На экран с круглым отверстием нормально падает монохроматическая световая волна интенсивности  $I$ . Чему будет равна интенсивность света в центре дифракционной картины, наблюдающейся на экране, отстоящем на расстоянии, соответствующем одной открытой зоне Френеля?

Ответ:  $4I$ .

10. Свет интенсивности  $I_0$  падает нормально на идеально прозрачную пластинку. Считая, что коэффициент отражения каждой поверхности её  $\rho = 0,05$ , найти интенсивность  $I$  прошедшего через пластинку света с учётом только однократных отражений.

Ответ:  $I = 0,9 I_0$ .

11. Энергетическая светимость абсолютно чёрного тела  $M_g = 3,0 \text{ Вт/см}^2$ . Определить длину волны, отвечающую максимуму испускательной способности этого тела.

Ответ:  $\lambda_m = 3,4 \text{ мкм}$ .

12. Между точечным источником света и экраном поместили диафрагму с круглым отверстием, радиус которого  $r$  можно менять. Расстояние от диафрагмы до источника и экрана равны  $a = 100 \text{ см}$  и  $b = 125 \text{ см}$ . Определить длину волны света, если максимум освещённости в центре дифракционной картины на экране наблюдается при  $r_1 = 1,00 \text{ мм}$  и следующий максимум – при  $r_2 = 1,29 \text{ мм}$ .

Ответ:  $\lambda = (r_2^2 - r_1^2)(a + b)/(2ab) = 0,60 \text{ мкм}$ .

13. В некоторой области пространства накладываются две когерентные световые волны интенсивностями  $I$  и  $4I$ . Чему будет равна интенсивность в максимуме освещённости?

Ответ:  $9I$ .

14. От двух когерентных источников  $S_1$  и  $S_2$  ( $\lambda = 0,8 \text{ мкм}$ ) лучи попадают на экран. На экране наблюдается интерференционная картина. Когда на пути одного из лучей перпендикулярно ему поместили мыльную пленку ( $n = 1,33$ ), интерференционная картина изменилась на противоположную. При какой наименьшей толщине  $d_{\min}$  пленки это возможно?

Ответ:  $1,21 \text{ мкм}$

15. Найти зависимость между групповой и фазовой скоростями следующего закона дисперсии:  $v \sim 1/\sqrt{\lambda}$ , где  $\lambda$ ,  $k$  и  $\nu$  — длина волны, волновое число и частота.

Ответ:  $u = 3v/2$ .

16. Луч света падает на плоскопараллельную стеклянную пластину толщины  $d = 6,0 \text{ см}$ . Угол падения  $\theta = 60^\circ$ . Найти смещение луча, прошедшего через эту пластину.

Ответ:  $x = (1 - \cos \theta / \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}) d \sin \theta = 3,1 \text{ см}$ .