

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
общей физики



/Клинских А. Ф./  
02.07.2020г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.О.12.03 Электричество и магнетизм

**1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:**

14.03.02 Ядерные физика и технологии

**2. Профиль подготовки/специализации:**

Для профилей: Физика атомного ядра и частиц

**3. Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр

**4. Форма обучения:** очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра общей физики

**6. Составители программы:**

Стадная Надежда Павловна, кандидат физико-математических наук

**7. Рекомендована:**

Заседание НМС физического факультета протокол №6 от 26.06.2020.

Продлена НМС физического факультета протокол №6 от 26.06.24

Год 2025/2026

Семестр 3

### Цель изучения дисциплины

Целями освоения дисциплины являются: ознакомление студентов с фундаментальными основами учения об электрических и магнитных явлениях, методами расчёта параметров электрических и магнитных полей и цепей, свойствах и взаимосвязи электрических и магнитных полей, а также их взаимодействия с веществом.

### 9. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП)

Дисциплина «Электричество и магнетизм» относится к дисциплинам базовой части цикла Б1 основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 14.03.02 «Ядерная физика и технологии». Для освоения дисциплины «Электричество и магнетизм» необходимы знания, умения и компетенции, полученные при изучении следующих дисциплин: «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Механика» - основной образовательной программы бакалавра по направлению 14.03.02 «Ядерная физика и технологии».

### 10. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-1	способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)	<b>ОПК-1.1. знать:</b> предмет и объекты изучения электродинамики; связь электродинамики с другими разделами физики и другими науками; современное оборудование для исследования электромагнитных полей; исторический путь развития электродинамики. <b>ОПК-1.2 уметь:</b> приводить примеры, связанные с проявлением законов электродинамики. <b>ОПК-1.3. владеть (иметь навык(и)):</b> в объяснении основных методов исследования, применяемых в электродинамике

### 11. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 5/180.

Форма промежуточной аттестации экзамен.

## 12. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)				
	Всего	В том числе в интерактивной форме	По семестрам		
			3		
Аудиторные занятия	144		144		
в том числе: лекции	34		34		
практические	34		34		
лабораторные	34		34		
Самостоятельная работа	42		42		
Форма промежуточной аттестации (Экз, З, К(2))	36		36		
Итого:	180		180		

### 12.1 Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1	Введение. Электромагнитные взаимодействия.	Сравнение сил электромагнитного взаимодействия с известными взаимодействиями. Роль электромагнитных взаимодействий в природе. Микроскопические носители зарядов. Инвариантность заряда.
2	Электростатика.	Закон Кулона. Полевая трактовка закона Кулона. Электростатическое поле. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции полей. Поле диполя. Поток вектора напряженности электростатического поля. Теорема Остроградского-Гаусса в интегральной и дифференциальной формах и ее применение к расчету полей. Работа в электростатическом поле. Скалярный потенциал. Потенциал точечного заряда. Нормировка. Разность потенциалов. Градиент потенциала и напряженность электрического поля. Скалярный потенциал при наличии диэлектриков. Электрическое смещение (индукция) и дифференциальная формулировка теоремы Остроградского-Гаусса для электрического смещения. Диэлектрическая проницаемость, диэлектрическая восприимчивость.
3	Проводники и диэлектрики в электрическом поле.	Проводники в электростатическом поле. Поле внутри и на поверхности проводника. Распределение заряда и сил по поверхности проводника. Электростатическая защита. Емкость уединенного проводника, система проводников, взаимная емкость. Плоский, сферический и цилиндрический конденсаторы. Молекулярная картина поляризации диэлектриков. Полярные и неполярные диэлектрики. Механизмы поляризации. Вектор поляризации (поляризованность) диэлектрика. Поляризационные поверхности и объемные заряды, и их связь с вектором поляризации. Преломление силовых линий на границе между различными диэлектриками. Сегнетоэлектрики. Пьезоэлектрики. Электрострикция. Пироэлектрики. Силы, действующие на диэлектрик и

		проводник, помещенные во внешнее электрическое поле. Энергия взаимодействия точечных зарядов, энергия заряженных проводников. Энергия электрического поля.
4	Постоянный электрический ток	Сила и плотность электрического тока. Уравнение непрерывности и условие стационарного тока. Закон Ома для однородного проводника. Сопротивление проводников. Зависимость сопротивления от температуры. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Обобщенный закон Ома. Дифференциальная форма законов Ома и Джоуля-Ленца. Сторонние силы. ЭДС. Линейные цепи. Правила Кирхгофа.
5	Стационарные магнитные поля.	Опыт Эрстеда, опыт Иоффе. Работы Ампера. Магнитное взаимодействие элементов тока, полевая трактовка. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции полей. Теорема Остроградского-Гаусса для вектора $\mathbf{B}$ . Закон Ампера. Закон БиоСавара-Лапласа и его применение к расчету магнитных полей. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции по замкнутому контуру и ее применение. Вихревой характер магнитного поля. Релятивистская природа магнитного поля. Сила и момент сил, действующих на контур с током в магнитном поле. Магнитный момент контура с током. Работа при перемещении контура с током. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях. Сила Лоренца. Эффект Холла.
6	Свойства магнетиков.	Молекулярная картина намагничивания магнетиков: диа- и парамагнетизм. Природа диамагнетизма. Методы измерения магнитной проницаемости. Вектор намагничивания. Магнитная индукция в веществе. Токи намагничивания. Напряжённость магнитного поля. Законы магнитного поля в магнетиках. Магнитное поле при наличии магнетиков. Молекулярные, объемные и
		поверхностные токи. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость. Ферромагнетики. Гистерезис. Остаточная намагниченность. Закон Кюри. Применение магнетиков.
7	Гиромангнитные эффекты.	Магнитная модель атома. Орбитальное гиромангнитное отношение электрона. Магнитомеханические явления. Спин электрона и парамагнетизм.
8	Электромагнитная индукция	Индукционный ток. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Э.Д.С. индукции. Правило Ленца. Явление самоиндукции и взаимной индукции. Коэффициенты само- и взаимной индукции. ЭДС самоиндукции. Токи Фуко. Индуктивность соленоида. Вихревое электрическое поле. Скин-эффект. Магнитная энергия проводника с током и энергия магнитного поля. Энергия системы проводников. Практические приложения электромагнитной индукции.

9	Уравнения Максвелла. Основные свойства электромагнитного поля.	Ток смещения. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах как обобщение основных опытных фактов, их физический смысл. Вывод волновых уравнений для полей $E$ и $H$ из уравнений Максвелла. Электромагнитные волны, их получение, свойства и применение. Поперечность электромагнитных волн. Гармоническая электромагнитная волна и её фазовая скорость в вакууме и в веществе. Стоячие электромагнитные волны. Движение электромагнитной энергии. Вектор Умова-Пойнтинга. Закон сохранения энергии электромагнитного поля. Давление и импульс электромагнитной волны.
10	Переменный ток	Метод квазистационарных токов, критерий квазистационарности. Полная цепь переменного тока. Импеданс. Резонанс напряжений и токов. Метод векторных диаграмм и комплексных амплитуд. Расчет линейных цепей. Работа и мощность переменного тока.
11	Электропроводность.	Природа носителей тока в металлах. Классическая теория электропроводности и ее затруднения. Понятие о зонной теории твердых тел. Энергетические зоны металлов, полупроводников, диэлектриков. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Доноры и акцепторы. Температурная зависимость проводимости полупроводников.
12	Контактные явления	Контактная разность потенциалов. Термоэлектрические явления. Выпрямляющие действия полупроводникового контакта. Полупроводниковый диод и транзистор.
13	Термоэлектронная эмиссия. Электрический ток в газах	Термоэлектронная эмиссия. Закон трех вторых. Уравнения Ричардсона и Ричардсона-Дэшмена. Электронные лампы. Рекомбинация. Электронно-ионная лавина. Основные типы газового разряда, плазма.
<b>2. Практические занятия</b>		
1	Электростатика	Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции полей. Поле диполя. Поток вектора напряженности электростатического поля. Теорема Остроградского-Гаусса в интегральной и дифференциальной формах и ее применение к расчету полей. Работа в электростатическом поле. Скалярный потенциал. Потенциал точечного заряда. Разность потенциалов. Градиент потенциала и напряженность электрического поля.
2	Проводники и диэлектрики в постоянном электрическом поле	Проводники в электростатическом поле. Электроемкость уединенного проводника, система проводников, взаимная емкость. Плоский, сферический и цилиндрический конденсаторы. Полярные и неполярные диэлектрики. Механизмы поляризации. Вектор поляризации (поляризованность) диэлектрика. Поляризационные поверхности и объемные заряды, и их связь с вектором поляризации. Преломление силовых линий на границе между различными диэлектриками. Сегнетоэлектрики. Пьезоэлектрики. Энергия взаимодействия точечных зарядов, энергия заряженных проводников. Энергия электрического поля.
3	Постоянный ток	Сила и плотность электрического тока. Уравнение непрерывности и условие стационарного тока. Закон Ома для однородного проводника. Сопротивление проводников. Зависимость

		сопротивления от температуры. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Обобщенный закон Ома. Дифференциальная форма законов Ома и Джоуля-Ленца. Сторонние силы. ЭДС. Линейные цепи. Правила Кирхгофа.
4	Магнитостатика	Опыт Эрстеда, работы Ампера. Магнитное взаимодействие элементов тока, полевая трактовка. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции полей. Теорема Остроградского-Гаусса для вектора $\mathbf{B}$ . Закон Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа и его применение к расчету магнитных полей. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции по замкнутому контуру и ее применение. Сила и момент сил, действующих на контур с током в магнитном поле. Магнитный момент контура с током. Работа при перемещении контура с током. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях. Сила Лоренца.
5	Магнитное поле в веществе	Природа диамагнетизма. Вектор намагничивания. Магнитная индукция в веществе. Токи намагничивания. Напряжённость магнитного поля. Законы магнитного поля в магнетиках. Магнитное поле при наличии магнетиков. Молекулярные, объемные и поверхностные токи. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость.
6	Электромагнитное поле	Ток смещения. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах как обобщение основных опытных фактов, их физический смысл. Вывод волновых уравнений для полей $\mathbf{E}$ и $\mathbf{H}$ из уравнений Максвелла.
7	Электромагнитные волны	Электромагнитные волны, их получение, свойства и применение. Поперечность электромагнитных волн. Гармоническая электромагнитная волна и её фазовая скорость в вакууме и в веществе. Стоячие электромагнитные волны. Движение электромагнитной энергии. Вектор Умова-Пойнтинга. Закон сохранения энергии электромагнитного поля. Давление и импульс электромагнитной волны.
<b>3. Лабораторный практикум</b>		
1	Электричество и магнетизм – 1	Определение удельного заряда электрона в вакуумном диоде. Определение удельного заряда электрона методом магнетрона. Изучение электростатического поля. Изучение процессов зарядки и разрядки конденсатора.
2	Электричество и магнетизм – 2	Изучение электронного осциллографа. Изучение сегнетоэлектриков. Изучение температурной зависимости сопротивления металлов и полупроводников. Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли при помощи постоянного магнита; при помощи гальванометра. Исследование петли гистерезиса ферромагнетиков.
3	Электричество и магнетизм – 3	Законы переменного тока. Полупроводниковые выпрямители. Изучение трёхэлектродной лампы. Определение работы выхода при термоэлектронной эмиссии.

## 12.2 Разделы дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение. Электромагнитные взаимодействия.	2				2
2	Электростатика.	4	2	8	4	18
3	Проводники и диэлектрики в электрическом поле.	2	4	2	4	12
4	Постоянный электрический ток.	2	4	6	4	16
5	Стационарные магнитные поля.	2	4	2	4	12
6	Свойства магнетиков.	4	2		4	10
7	Гиромангнитные эффекты.	2	2		4	10
8	Электромагнитная индукция.	2	2	6	4	14
9	Уравнения Максвелла.	2	2		4	8
	Основные свойства электромагнитного поля.					
10	Переменный ток.	2	2	6	4	14
11	Электропроводность.	4	2		4	10
12	Контактные явления.	2	2		1	5
13	Термоэлектронная эмиссия. Электрический ток в газах.	4	4	4	1	13
Итого:		34	34	34	42	180

## 13. 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, *Maxima* 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, разобранных 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 разобрать 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.

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Матвеев А. Н. <i>Электричество и магнетизм : учебное пособие для студентов вузов / А.Н. Матвеев ; Моск. гос. ун-т им. М.В.Ломоносова .— 2-е изд. — М. : Оникс 21 в. : Мир и образование, 2005 .— 463 с.</i>
2	Иродов И. Е. <i>Задачи по общей физике: учебное пособие для студ. вузов, обучающихся по естественнонауч., пед. и техн. направлениям и специальностям / И. Е. Иродов .— Изд. 12-е, стер. — СПб. [и др.] : Лань, 2007 .— 416 с.</i>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Сивухин Д.В. <i>Общий курс физики: учеб. пособие для студ. физ. специальностей вузов / Д.В.Сивухин. - М. : Физматлит, 1989. - Т.3: Электричество. – 320 с.</i>
4	Савельев И.В. <i>Курс общей физики: учеб. пособие для студ.вузов / И.В.Савельев - М. : Физматлит, 1998. - Кн. 2: Электричество и магнетизм. - 336 с.</i>
5	Матвеев А.Н. <i>Электричество и магнетизм: учеб. пособие для студентов вузов / А.Н.Матвеев. – СПб. : Лань, 2010. – 459 с.</i>
6	Иродов И.Е. <i>Электромагнетизм. Основные законы: учеб. пособие для студ. физ. специальностей вузов / И.Е.Иродов. – М. : БИНОМ Лаборатория знаний, 2012. – 319 с.</i>
7	<i>Сборник задач по общему курсу физики / под ред. И.А.Яковлева. – М. : Физматлит, 2006. – Кн. III. Электричество и магнетизм. – 232 с.</i>
8	Волькенштейн В.С. <i>Сборник задач по общему курсу физики: для студ. техн. вузов / В.С.Волькенштейн. – СПб. : Лань, 1999. – 327 с.</i>
9	<i>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.</i>
10	<i>Зотова И.К. Решение задач по электричеству в курсе общей физики: учебное пособие / И.К.Зотова, М.А.Фосс. – Воронеж : Изд-во Воронеж ун-та, 1978. – 120 с.</i>

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
11	www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ
12	<i>Задачи по электричеству и магнетизму : учебно-методическое пособие. Ч. 1 и Ч.2. / Воронеж. гос. ун-т.; сост.: Алейников Н.М., Алейников А.Н. — Воронеж : ЛОП ВГУ, 2006 .— 23 с. : ил. — &lt;URL:<a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/sep06027.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/sep06027.pdf</a>&gt; &lt;URL:<a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/apr03036.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/apr03036.pdf</a>&gt;.</i>
13	<i>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. &lt;URL:<a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/sep04028.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/sep04028.pdf</a>&gt; &lt;URL:<a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/sep04029.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/sep04029.pdf</a>&gt; &lt;URL:<a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/sep04027.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/sep04027.pdf</a>&gt;.</i>

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Матвеев А. Н. Электричество и магнетизм : учебное пособие для студентов вузов / А.Н. Матвеев ; Моск. гос. ун-т им. М.В.Ломоносова .— 2-е изд. — М. : Оникс 21 в. : Мир и образование, 2005 .— 463 с.
2	Иродов И. Е. Задачи по общей физике: учебное пособие для студ. вузов, обучающихся по естественнонауч., пед. и техн. направлениям и специальностям / И. Е. Иродов .— Изд. 12-е, стер. — СПб. [и др.] : Лань, 2007 .— 416 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Сивухин Д.В. Общий курс физики: учеб. пособие для студ. физ. специальностей вузов / Д.В.Сивухин. - М. : Физматлит, 1989. - Т.3: Электричество. – 320 с.
4	Савельев И.В. Курс общей физики: учеб. пособие для студ. вузов / И.В.Савельев - М. : Физматлит, 1998. - Кн. 2: Электричество и магнетизм. - 336 с.
5	Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм: учеб. пособие для студентов вузов / А.Н.Матвеев. – СПб. : Лань, 2010. – 459 с.
6	Иродов И.Е. Электромагнетизм. Основные законы: учеб. пособие для студ. физ. специальностей вузов / И.Е.Иродов. – М. : БИНОМ Лаборатория знаний, 2012. – 319 с.
7	Сборник задач по общему курсу физики / под ред. И.А.Яковлева. – М. : Физматлит, 2006. – Кн. III. Электричество и магнетизм. – 232 с.
8	Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики: для студ. техн. вузов / В.С.Волькенштейн. – СПб. : Лань, 1999. – 327 с.
9	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.
10	Зотова И.К. Решение задач по электричеству в курсе общей физики: учебное пособие / И.К.Зотова, М.А.Фосс. – Воронеж : Изд-во Воронеж ун-та, 1978. – 120 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
11	www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ
12	Задачи по электричеству и магнетизму : учебно-методическое пособие. Ч. 1 и Ч.2. / Воронеж. гос. ун-т.; сост.: Алейников Н.М., Алейников А.Н. — Воронеж : ЛОП ВГУ, 2006 .— 23 с. : ил. — <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/sep06027.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/sep06027.pdf</a> > <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/apr03036.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/apr03036.pdf</a> >.
13	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. <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/sep04028.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/sep04028.pdf</a> > <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/sep04029.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/sep04029.pdf</a> > <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/sep04027.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/sep04027.pdf</a> >.

## **16. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)**

---

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), [www.lib.vsu.ru](http://www.lib.vsu.ru) (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.

---

## **17. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Лекционные и практические занятия проводятся в аудитории общеаудиторного фонда главного корпуса ВГУ согласно установленному расписанию.

Лаборатория №103: предназначена для выполнения лабораторных работ по курсу «Электричество и магнетизм», оснащена необходимым количеством рабочих мест (30 столов, из них стол для преподавателя, стол для лаборанта, 4 стола без оборудования, стол с компьютером, 24 стола с оборудованием для выполнения лабораторных работ по курсу; 40 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, по изучению электронного осциллографа, по изучению электростатического поля, по исследованию процесса заряда и разряда конденсатора, по изучению сегнетоэлектриков, по определению температурной зависимости сопротивления металлов, по определению горизонтальной составляющей магнитного поля Земли различными методами, по исследованию петли гистерезиса ферромагнетиков, по определению электродинамической постоянной, по изучению законов переменного тока, по исследованию полупроводниковых выпрямителей и определению работы выхода;

- осциллограф С1-178.1 (4 шт.);

- лабораторный стенд «Электрические измерения и основы метрологии», модель

ЭЛБ-110.004.04 (3 шт.);

- 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.).

## 18. Фонд оценочных средств

Примечание: отдельный файл, прилагаемый к рабочей программе

### 18.1 Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения (дублируется в отдельном файле, прилагаемом к рабочей программе – ФОС)

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС (средства оценивания)
ОПК-1	<b>знать:</b> предмет и объекты изучения электродинамики; связь электродинамики с другими разделами физики и другими науками; современное оборудование для исследования электромагнитных полей; исторический путь развития электродинамики.	Все разделы, указанные в содержании дисциплины в рабочей программе, формируют обе указанные компетенции: ОПК-1	
	<b>уметь:</b> приводить примеры, связанные с проявлением законов электродинамики.		Коллоквиум № 1 Контрольная работа № 1
	<b>владеть (иметь навык(и)):</b> в объяснении основных методов исследования, применяемых в электродинамике		Вопросы к работам лабораторного практикума (ЛП) Часть 1
			Контрольная работа № 2 Вопросы к работам ЛП Часть 2
<b>Промежуточная аттестация – экзамен</b>			Комплект КИМ № 1

## **18.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации (дублируется в отдельном файле, прилагаемом к рабочей программе – ФОС)**

### **Критерии оценки обучающихся на текущей аттестации (коллоквиум)**

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

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

**«Удовлетворительно»:** даны неполные ответы на вопросы коллоквиума, либо дан ответ лишь на один вопрос из двух. Слабо аргументированный ответ, свидетельствующий об элементарных знаниях по дисциплине.

**«Неудовлетворительно»:** отмечено незнание и непонимание поставленных вопросов, слабые ответы на оба вопроса из предоставленных обучающемуся. Отсутствие аргументации при ответе.

### **Критерии оценки обучающихся на текущей аттестации (контрольная работа)**

**«Отлично»:** решены все задачи из контрольной работы с указаниями и пояснениями с помощью соответствующих законов и зависимостей. Допускаются незначительные недочёты, но не более чем в одной задаче.

**«Хорошо»:** решены 80% задач, допускаются незначительные недочёты, но не более чем в двух задачах. Решения сопровождаются необходимыми указаниями и пояснениями с использованием соответствующих законов и зависимостей.

**«Удовлетворительно»:** Решено 65% задач, с необходимыми пояснениями. Остальные задачи либо не решены, либо допущены грубые ошибки при решении.

**«Неудовлетворительно»:** решено менее 65% задач, имеются грубые профессиональные ошибки (демонстрация незнания законов электродинамики либо их некорректное использование).

### **Критерии оценки обучающихся на текущей аттестации (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.

### **Критерии оценки обучающихся на промежуточной аттестации (зачёт)**

**«Зачтено»:** сданы более 10 лабораторных работ (из 15). Оформлены отчёты по работам. 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»:** сдано менее 10 лабораторных работ. В случае выполнения работы и готового отчёта работа не зачитывается, если обучающийся не способен рассказать о методике выполнения работы и принципе работы оборудования.

### **Критерии оценки обучающихся на промежуточной аттестации (экзамен)**

**«Отлично»:** уровень сформированности компетенций – высокий (углубленный). Полное соответствие ответа студента на предлагаемый вопрос четырём вышеуказанным показателям и осваиваемым компетенциям. Компетенции сформированы полностью, проявляются и используются систематически, в полном объеме. Данный уровень превосходит, по крайней мере, по одному из перечисленных выше показателей повышенный (продвинутой) уровень.

**«Хорошо»:** уровень сформированности компетенций – повышенный (продвинутой). Ответ студента выявляет недостаточное владение необходимыми теоретическими и практическими навыками. Компетенции в целом сформированы, но проявляются и используются фрагментарно, не в полном объеме, что выражается в отдельных неточностях (несущественных ошибках) при ответе. Ответ отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой, чем при высоком (углубленном) уровне сформированности компетенций. Однако допущенные ошибки исправляются самим студентом после дополнительных вопросов преподавателя. Данный уровень превосходит, по крайней мере, по одному из перечисленных выше показателей пороговый (базовый) уровень.

**«Удовлетворительно»:** ответ студента отличается непоследовательностью, неумением делать выводы, слабым освоением теоретических и практических навыков. Компетенции сформированы в общих чертах, проявляются и используются ситуативно, частично, что выражается в допустимых неточностях и существенных ошибках при ответе, нарушении логики изложения, неумении аргументировать и обосновывать суждения и профессиональную позицию. Данный уровень обязателен для всех осваивающих основную образовательную программу.

**«Неудовлетворительно»:** компетенции не сформированы, что выражается в разрозненных, бессистемных, отрывочных знаниях, допустимых грубых профессиональных ошибках, неумении выделять главное и второстепенное, связывать теорию с практикой, устанавливать межпредметные связи, формулировать выводы по ответу, отсутствию собственной профессиональной позиции.

### **19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

*(приведены в отдельном файле, прилагаемом к рабочей программе – ФОС)*

### **19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах: коллоквиума, двух контрольных работ, лабораторных работ, сдаваемых в течение семестра.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний, позволяющие оценить степень сформированности умений и навыков.

Оценка качества освоения дисциплины включает текущий контроль успеваемости (проведение коллоквиума, двух контрольных работ, сдача лабораторных работ в течение семестра), промежуточную аттестацию обучающихся в форме зачета по лабораторному практикуму и экзамена.

Основным критерием освоения дисциплины считается освоение компетенций:

**ОПК-1:** способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке); Основными показателями освоения данной дисциплины является:

- теоретические знания согласно содержанию дисциплины (знание основных законов электродинамики);
- практические навыки в решении задач согласно содержанию дисциплины;
- знание устройства и принципов работы лабораторного оборудования (согласно программе лабораторного практикума);
- практические навыки в проведении экспериментальных исследований, обработки полученных результатов с учётом систематических и случайных погрешностей.

Конкретное сочетание четырёх указанных показателей определяет критерии оценивания результатов обучения (сформированности компетенций) во время промежуточной аттестации (экзамен):

- высокий (углубленный) уровень сформированности компетенций; –
- повышенный (продвинутый) уровень сформированности компетенций;
- пороговый (базовый) уровень сформированности компетенций.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценки обучающегося на текущей и промежуточной аттестациях представлены выше.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление/специальность: 14.03.02 Ядерные физика и технологии

Дисциплина: Б1.О.12.03 Электричество и магнетизм

Профиль подготовки: Физика атомного ядра и частиц

Форма обучения: Очная

Учебный год: 2020/2021

Ответственный исполнитель

Зав. каф. общей физики Клиньских А. Ф. 02.07.2020г.

Исполнители

СОГЛАСОВАНО

Доцент кафедры общей физики



Подпись

Стадная Н. П.  
расшифровка  
подписи

02.07.2020г.

\_\_\_\_\_

Подпись

расшифровка  
подписи

\_\_\_ 20\_\_

\_\_\_\_\_

Подпись

расшифровка  
подписи

\_\_\_ 20\_\_

\_\_\_\_\_

Подпись

расшифровка  
подписи

\_\_\_ 20\_\_

Куратор ООП ВО по НП/С

\_\_\_\_\_

подпись

Любашевский Д. Е. 02.07 2020  
расшифровка подписи

Зав.отделом обслуживания ЗНБ  
расшифровка подписи

  
подпись

04.07 2020

Программа рекомендована НМС физического факультета

протокол № 6 от 26.06.2020 г.