

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Костромской государственный университет»  
(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ**  
Направление подготовки 03.03.02–Физика  
Направленность: Физика

Квалификация выпускника: Бакалавр

**Кострома 2022**

Рабочая программа дисциплины «Электричество и магнетизм» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования направления подготовки 03.03.02–Физика, утвержден 07.08.2020 г., приказ № 891

Разработал: Жиров Александр Владимирович, доцент кафедры общей и теоретической физики, к.т.н.

Рецензент: Шадрин Сергей Юрьевич, заведующий кафедрой общей и теоретической физики, к.т.н., доцент

УТВЕРЖДЕНО:

Заведующий кафедрой общей и теоретической физики

Шадрин Сергей Юрьевич, к.т.н., доцент

Протокол заседания кафедры № 8 от 17 марта 2022 г.

ПЕРЕУТВЕРЖДЕНО:

Заведующий кафедрой общей и теоретической физики

Шадрин Сергей Юрьевич, к.т.н., доцент

Протокол заседания кафедры № 6 от 27 февраля 2023 г.

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Основной целью данного курса подготовка бакалавров физики к научно-исследовательской, научно-инновационной, организационно-управленческой деятельности в научно-исследовательских институтах, лабораториях, конструкторских или проектных бюро, на предприятиях путем формирования соответствующих компетенций.

В результате изучения учебной дисциплины «Электричество и магнетизм» у обучаемых должны сформироваться компетенции:

– способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности (ОПК-1)

Задачи дисциплины:

- освоение основных понятий электростатики, магнитостатики,
- изучение электропроводности различных сред,
- изучение электрического и магнитного полей в веществе,
- изучение законов постоянного и переменного тока, электромагнитного поля,
- изучение уравнений Максвелла.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате изучения дисциплины «Электричество и магнетизм» обучаемые должны

Освоить компетенцию:

**ОПК-1:** способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.

Код и содержание индикаторов компетенции

**ОПК-1.3:** Использует базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать**

- физические свойства электромагнитного взаимодействия, основные законы и теоремы электро- и магнитостатики;
- особенности переменных электрических и магнитных полей, а также базовые эксперименты, доказывающие и обосновывающие основные законы электромагнетизма;
- основные физические явления, понятия и законы раздела физики «Электричество и магнетизм», методы их наблюдения и экспериментального исследования;
- границы применимости физических моделей и теорий; роль физики в выработке научного мировоззрения.

**уметь**

- использовать полученные знания об особенностях электромагнитной формы материи для понимания процессов электрического и магнитного взаимодействия тел;
- правильно выражать физические идеи;
- правильно соотносить содержание конкретных задач с общими законами физики,
- эффективно применять общие законы физики для решения конкретных задач;
- количественно формулировать и решать физические задачи, оценивать порядки физических величин.

**владеть**

- теоретическим материалом по разделу дисциплины в объеме достаточном для идентификации, описания и объяснения физических явлений;
- теоретическими и экспериментальными методами исследования физических явлений;
- основными методами решения задач общей физики.

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Данная дисциплина изучается в четвертом семестре и относится к обязательной части образовательной программы подготовки бакалавров физики. Содержание дисциплины охватывает основные понятия электростатики, магнитостатики, вопросы электропроводности различных сред, электрическое и магнитное поле в веществе, законы постоянного и переменного тока, электромагнитное поле и уравнения Максвелла. При изложении обширного и разнопланового материала курса «Электричество и магнетизм» следует выделять основную и дополнительную часть. Основная часть через основополагающие эксперименты Кулона, Эрстеда, Ампера, теорему Остроградского-Гаусса для электрического и магнитного полей, закон Био – Савара – Лапласа, закон электромагнитной индукции Фарадея должна подводить студента к пониманию единства электромагнитных явлений, отраженного в уравнениях Максвелла. Дополнительная часть заключается в многочисленных применениях законов электромагнетизма для объяснения конкретных процессов и объектов материального мира. Особо важное внимание следует уделить достаточно сложному математическому аппарату, который позволяет адекватно описать электромагнитное взаимодействие в классическом представлении.

Перед изучением дисциплины «Электричество и магнетизм» обучающийся должен иметь четкие представления об основных понятиях и законах механики, молекулярно-кинетической теории строения вещества, уметь использовать соответствующие уравнения и законы в различных физических моделях. Требуемые знания и умения формируются в рамках дисциплин «Механика», «Молекулярная физика», «Общий физический практикум».

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для последующих курсов модуля «Общая физика»: «Оптика», «Атомная и ядерная физика», также приобретенные студентами в рамках данной дисциплины знания и умения потребуются при изучении курсов модуля «Теоретическая физика».

### 4. Объем дисциплины (модуля)

#### 4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических (астрономических) часов и виды учебной работы

Виды учебной работы,	Очная форма
Общая трудоемкость в зачетных единицах	5
Общая трудоемкость в часах	180
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	108
Лекции	36
Практические занятия	72
Лабораторные занятия	–
Самостоятельная работа в часах	72
Форма промежуточной аттестации	Экзамен 4 семестр

#### 4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	36
Практические занятия	72
Лабораторные занятий	–
Консультации	2
Зачет/зачеты	–
Экзамен/экзамены	0,35
Курсовые работы	–

Курсовые проекты	–
Всего	110,35

## 5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

### 5.1 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего з.ед/час	Аудиторные		Самостоят. работа
			Лекции	Практ.	
	Введение	4	2		2
1	Электростатика	14	4	8	2
2	Проводники электростатическом поле <sup>в</sup>	14	2	8	4
3	Диэлектрики электростатическом поле <sup>в</sup>	10	2	4	4
4	Постоянный электрический ток	16	4	8	4
5	Механизмы электропроводности контактные явления <sup>и</sup>	10	2	4	4
6	Постоянное магнитное поле	16	4	8	4
7	Магнетики	8	2	4	2
8	Электромагнитная индукция	16	4	8	4
9	Электромагнитные Колебания	14	4	8	2
10	Переменный ток	8	2	4	2
11	Уравнения Максвелла	14	4	8	2
	ЭКЗАМЕН:	36			<b>36</b>
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>180</b>	<b>36</b>	<b>72</b>	<b>72</b>

## 5.2. Содержание:

**ВВЕДЕНИЕ.** Место электромагнитного взаимодействия в ряду фундаментальных взаимодействий. Электрический заряд. Сохранение заряда. Квантование заряда.

**ТЕМА 1. Электростатика.** Закон Кулона. Силовое описание электрического поля. Теорема Остроградского – Гаусса. Работа сил электрического поля. Энергетическое описание электростатического поля, его потенциальный характер. Циркуляция вектора напряженности электростатического поля. Электрический диполь. Уравнение Пуассона. Энергия системы заряженных тел, энергия электрического поля.

**ТЕМА 2. Проводники в электростатическом поле.** Распределение заряда по проводнику. Напряженность и потенциал у поверхности и внутри проводника. Емкость. Силы, действующие на проводники в электрическом поле.

**ТЕМА 3. Диэлектрики в электростатическом поле.** Поляризация диэлектриков. Электрическая индукция. Характеристики диэлектриков. Теорема Остроградского – Гаусса для диэлектриков. Граничные условия для векторов электрического поля. Энергия диэлектрика во внешнем поле и силы, действующие на него. Микроскопическое описание поляризации диэлектриков. Сегнетоэлектрики. Пьезоэффект.

**ТЕМА 4. Постоянный электрический ток.** Сила и плотность тока. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах. Уравнение непрерывности. Цепи постоянного тока. Сторонние силы. Правила Кирхгофа. Работа и мощность тока. Закон Джоуля – Ленца в интегральной и дифференциальной формах.

**ТЕМА 5. Механизмы электропроводности и контактные явления.** Классическая теория электропроводности. Полупроводники. Собственная и примесная проводимость. Понятие о теории сверхпроводимости. Электролиты. Токи в газах. Ток в вакууме. Термоэлектронная эмиссия. Контактная разность потенциалов. Термоэлектричество. Явление Пельтье, рп-переход. Диоды. Транзисторы.

**ТЕМА 6. Постоянное магнитное поле.** Взаимодействие токов. Вектор магнитной индукции. Законы Ампера, Био – Савара – Лапласа. Циркуляция вектора магнитной индукции. Векторный потенциал. Пояс элементарного тока. Сила Лоренца. Эффект Холла. Магнитное поле движущегося заряда.

**ТЕМА 7. Магнетики.** Намагничивание сред. Магнитная индукция и напряженность магнитного поля в веществе. Характеристики магнетиков. Граничные условия для векторов магнитного поля. Диа- и парамагнетики. Объяснение их свойств на основе микроскопической теории. Ферромагнетики, их структура и основные свойства. Применение магнитных материалов.

**ТЕМА 8. Электромагнитная индукция.** Закон электромагнитной индукции. Самоиндукция. Взаимоиндукция. Токи Фуко. Магнитные свойства сверхпроводников. Энергия магнитного поля.

**ТЕМА 9. Электромагнитные колебания.** Колебательный контур. Собственные, затухающие и вынужденные колебания. Резонанс. Связанные контуры. Нормальные моды.

**ТЕМА 10. Переменный ток.** Квазистационарные токи. Закон Ома для цепей переменного тока. Импеданс. Правила Кирхгофа. Резонансы напряжений и токов. Работы и мощность переменного тока. Технические применения переменного тока.

**ТЕМА 11. Уравнения Максвелла.** Уравнения Максвелла как обобщение экспериментальных данных. Ток смещения. Вихревое электрическое поле. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Поперечность электромагнитных волн. Изучение электромагнитных волн.

## 6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

### 6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Название темы	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма
0	Введение	Проработка лекционного материала	2	Обзор литературы	Письменный опрос
1	Электростатика	Проработка лекционного материала	2	Обзор литературы	Письменный опрос
2	Проводники в электростатическом поле	Проработка лекционного материала	4	Обзор литературы	Письменный опрос
3	Диэлектрики в электростатическом поле	Проработка лекционного материала	4	Обзор литературы	Письменный опрос
4	Постоянный электрический ток	Проработка лекционного материала	4	Обзор литературы	Письменный опрос
5	Механизмы электропроводности и контактные явления	Проработка лекционного материала	4	Обзор литературы	Письменный опрос
6	Постоянное магнитное поле	Проработка лекционного материала	4	Обзор литературы	Устный опрос
7	Магнетики	Проработка лекционного материала	2	Обзор литературы	Письменный опрос
8.	Электромагнитная индукция	Проработка лекционного материала	4	Обзор литературы	Письменный опрос
9.	Электромагнитные колебания	Проработка лекционного материала	2	Обзор литературы	Письменный опрос
10.	Переменный ток	Проработка лекционного материала	2	Обзор литературы	Письменный опрос
11.	Уравнения Максвелла	Проработка лекционного материала	2	Обзор литературы	Устный опрос

## 6.2. Тематика и задания для практических занятий

Формой отчетности по данной дисциплине является экзамен. Необходимые условия допуска к экзамену:

- Наличие полного конспекта лекций
- Сдача всех контрольных работ (3 шт) с положительным результатом

Ниже приведены примерные планы практических занятий.

Номера задач даны по задачнику [4] из списка основной литературы.

### Семинар 1.

#### Тема: Электростатика.

Задачи для разбора с преподавателем: 9.14, 9.15, 9.16, 9.17, 9.20, 9.22, 9.29, 9.58

Задачи для самостоятельной работы: 9.21, 9.23, 9.30, 9.60

Обсуждаемые вопросы: закон Кулона, работа сил электрического поля, энергетическое описание электростатического поля, его потенциальный характер, энергия системы заряженных тел, энергия электрического поля.

### Семинар 2.

#### Тема: Проводники в электростатическом поле

Задачи для разбора с преподавателем: 9.75, 9.80, 9.92, 9.95, 9.98, 9.99

Задачи для самостоятельной работы: 9.76, 9.81, 9.93, 9.100

Обсуждаемые вопросы: распределение заряда по проводнику, напряженность и потенциал у поверхности и внутри проводника, емкость, силы, действующие на проводники в электрическом поле.

### Семинар 3.

#### Тема: Диэлектрики в электростатическом поле

Задачи для разбора с преподавателем: 9.126, 9.127, 9.128, 9.130, 9.136

Задачи для самостоятельной работы: 9.129, 9.135

Обсуждаемые вопросы: поляризация диэлектриков, электрическая индукция. Характеристики диэлектриков, энергия диэлектрика во внешнем поле и силы, действующие на него.

### Семинар 4.

#### Тема: Постоянный электрический ток

Задачи для разбора с преподавателем: 10.1, 10.2, 10.3, 10.6, 10.7, 10.10, 10.15

Задачи для самостоятельной работы: 10.4, 10.8, 10.11, 10.16

Обсуждаемые вопросы: сила и плотность тока, закон Ома в интегральной и дифференциальной формах, цепи постоянного тока, сторонние силы. Правила Кирхгофа. Работа и мощность тока. Закон Джоуля – Ленца в интегральной и дифференциальной формах.

### Семинар 5.

#### Тема: Постоянное магнитное поле

Задачи для разбора с преподавателем: 11.3, 11.4, 11.9, 11.15, 11.18, 11.37, 11.67, 11.68

Задачи для самостоятельного решения: 11.5, 11.10, 11.38, 11.69

Обсуждаемые вопросы: взаимодействие токов, законы Ампера, Био – Савара – Лапласа, эффект Холла, магнитное поле движущегося заряда, намагничивание сред, магнитная индукция и напряженность магнитного поля в веществе.

### Семинар 6.

#### Тема: Электромагнитная индукция

Задачи для разбора с преподавателем: 11.80, 11.82, 11.84, 11.92, 11.93, 11.111, 11.130

Задачи для самостоятельной работы: 11.81, 11.94, 11.131

Обсуждаемые вопросы: закон электромагнитной индукции, самоиндукция, энергия магнитного поля.

#### **Семинар 7.**

##### **Тема: Электромагнитные колебания**

Задачи для разбора с преподавателем: 12.1, 12.2, 12.3, 12.6, 12.16, 12.54, 14,1, 14.2, 14.9, 14.13

Задачи для самостоятельного решения: 12.5, 12.17, 12.55, 14.11

Обсуждаемые вопросы: колебательный контур, собственные, затухающие и вынужденные колебания, резонанс.

#### **Семинар 8.**

##### **Тема: Переменный ток**

Задачи для разбора с преподавателем: 14.21, 14.24, 14.26

Задачи для самостоятельного решения: 14.22, 14.25, 14.28

Обсуждаемые вопросы: закон Ома для цепей переменного тока, импеданс. правила Кирхгофа. Резонансы напряжений и токов. Работы и мощность переменного тока.

### **7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

#### **а) основная**

1. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов: В 5 томах Том 3: Электричество / Сивухин Д.В., - 6-е изд., стер. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 656 с.: 60x90 1/16 (Переплёт) ISBN 978-5-9221-1643-5 <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=549781> (23.01.2018)

2. Савельев, И. В. Курс общей физики : В 5 кн. : Учеб. пособие для вузов. Кн. 2 : Электричество и магнетизм / И. В. Савельев. - М. : Астрель : АСТ, 2003. - 336 с. (30 экз.)

3. Электричество и магнетизм : практикум по решению задач / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет» ; сост. Ю.И. Полыгалов. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2014. - 80 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278922> (23.01.2018)

4. Иродов И.Е. Задачи по общей физике: учеб. пособие. – 3-е изд., испр. – СПб.: Лань, 2001. – 416 с. (20 экз)

#### **б) дополнительная**

1. Сарина, М.П. Электричество и магнетизм : учебное пособие / М.П. Сарина. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - Ч. 1. Электричество. - 152 с. - ISBN 978-5-77822213-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228921> (23.01.2018)

2. Кингсеп, А.С. Основы физики: Курс общей физики : учебник : в 2-х т. / А.С. Кингсеп, Г.Р. Локшин, О.А. Ольхов. - 2-е изд., испр. - Москва : Физматлит, 2007. - Т. 1. Механика, электричество и магнетизм, колебания и волны, волновая оптика. - 704 с. - ISBN 978-5-9221-0753-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82178> (23.01.2018)

3. Дубровский, В.Г. Электричество и магнетизм: Сборник задач и примеры их решения : учебное пособие / В.Г. Дубровский, Г.В. Харламов. - Новосибирск : НГТУ, 2011. - 92 с. - ISBN 978-5-7782-1600-6 ; То же [Электронный ресурс]. -

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228733> (23.01.2018)

4. Пономарева, В.А. Электричество и магнетизм : курс лекций / В.А. Пономарева, В.А. Кузьмичева ; Министерство транспорта Российской Федерации, Московская государственная академия водного транспорта. - Москва : Альтаир : МГАВТ, 2007. - 117 с.: ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL:

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430261> (23.01.2018)

5. Трофимова, Таисия Ивановна. Курс физики : учеб. пособие для инжен.-техн. вузов / Трофимова Таисия Ивановна. - 17-е изд., стер. - Москва : Академия, 2008. - 560 с. (20 экз.)

6. Трофимова Таисия Ивановна. Сборник задач по курсу физики с решениями : учеб. пособие для вузов / Трофимова Таисия Ивановна. - Москва : Высш. шк., 2007. - 591 с.: ил. (18 экз.)

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

Информационно-образовательные ресурсы:

Электронные библиотечные системы:

1. Университетская библиотека онлайн <http://biblioclub.ru>
2. ЭБС «Znanium»

## **9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

### **Аудитория для лекций**

Лекционные занятия проводятся в аудиториях с требуемым числом посадочных мест, оборудованные мультимедиа (например, корпус Е, № 226, количество посадочных мест – 60, мультимедийный комплекс, включающий экран, компьютер и проектор)

### **Аудитория для практических занятий:**

Корпус Е, № 304, количество посадочных мест – 24.

### **Аудитории для самостоятельной работы:**

Читальный зал корпуса «Е», количество посадочных мест – 22, 9 компьютеров (6 для читателей, 3 для сотрудников); 1 сканер.

Читальный зал корпуса «Б1», количество посадочных мест – 200. 3 компьютера для сотрудников; 1 принтер; 1 копир/принтер; 1 проектор; 2 экрана для проектора; 1 ворота «Антивор»; 1 WIFI-точка доступа. Лицензионное ПО: АИБС МаркSQL.

Компьютерный класс, корпус "Е", ауд.227, количество посадочных мест – 16, Блок системный КМ Office ТЗ-4170, монитор Philips. Лицензионное ПО: Windows 8.1 Pro договор № 50155/ЯР4393 от 12.12.2014 с ООО Софт-лайн Проекты, MathCAD Education договор № 208/13 от 10.06.2013 с ООО ЮнитАльфаСофт.

<b>Аннотация</b>		
Наименование дисциплины	<b>Электричество и магнетизм</b>	
Направление подготовки	03.03.02–Физика	
Направленность подготовки	Физика	
Трудоемкость дисциплины	Зачетные единицы	Часы
	5	180
Формы контроля	Экзамен в 4 семестре	
<b>Цели освоения дисциплины</b>		
Подготовка бакалавров физики к научно-исследовательской, научно-инновационной, организационно-управленческой деятельности в научно-исследовательских институтах, лабораториях, конструкторских или проектных бюро, на предприятиях путем формирования соответствующих компетенций.		
<b>Задачи дисциплины</b>		
Освоить базовые понятия, законы и приемы расчета механического движения тел, сплошных сред и распространения механических волн, оценки их энергетического состояния, а также границы применения классической механики и основы релятивистской теории.		
<b>Место дисциплины в структуре ОП</b>		
Основная дисциплина базовой части образовательной программы подготовки бакалавров физики в четвертом семестре		
<b>Формируемые компетенции</b>		
ОПК-1: способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности		
<b>Требования к уровню освоения содержания дисциплины:</b>		
<b>знать:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– физические свойства электромагнитного взаимодействия, основные законы и теоремы электро- и магнитостатики;</li> <li>– особенности переменных электрических и магнитных полей, а также базовые эксперименты, доказывающие и обосновывающие основные законы электромагнетизма;</li> <li>– основные физические явления, понятия и законы раздела физики «Электричество и магнетизм», методы их наблюдения и экспериментального исследования;</li> <li>– границы применимости физических моделей и теорий; роль физики в выработке научного мировоззрения.</li> </ul>		
<b>уметь:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать полученные знания об особенностях электромагнитной формы материи для понимания процессов электрического и магнитного взаимодействия тел;</li> <li>– правильно выражать физические идеи;</li> <li>– правильно соотносить содержание конкретных задач с общими законами физики,</li> <li>– эффективно применять общие законы физики для решения конкретных задач;</li> <li>– количественно формулировать и решать физические задачи, оценивать порядки физических величин.</li> </ul>		
<b>владеть</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– теоретическим материалом по разделу дисциплины в объеме достаточном для идентификации, описания и объяснения физических явлений;</li> <li>– теоретическими и экспериментальными методами исследования физических явлений;</li> <li>– основными методами решения задач общей физики.</li> </ul>		