

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
Учебно-методическое объединение по педагогическому образованию

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель Министра  
образования Республики Беларусь  
\_\_\_\_\_ А.Г.Баханович

\_\_\_\_\_   
Регистрационный № \_\_\_\_\_

**ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ**

**Примерная учебная программа по учебной дисциплине  
для специальности**

6-05-0113-04 Физико-математическое образование  
(математика и физика; физика и информатика)

**СОГЛАСОВАНО**

Председатель учебно-методического  
объединения по педагогическому  
образованию

\_\_\_\_\_ А.И.Жук  
\_\_\_\_\_

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник Главного управления  
профессионального образования  
Министерства образования  
Республики Беларусь

\_\_\_\_\_ С.Н.Пищов  
\_\_\_\_\_

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник Главного управления  
общего среднего и дошкольного  
образования Министерства  
образования Республики Беларусь

\_\_\_\_\_ М.С.Киндиренко  
\_\_\_\_\_

**СОГЛАСОВАНО**

Проректор по научно-методической  
работе Государственного учреждения  
образования «Республиканский  
институт высшей школы»

\_\_\_\_\_ И.В.Титович  
\_\_\_\_\_

Эксперт-нормоконтролер  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Минск 2024

**СОСТАВИТЕЛИ:**

В.Р. Соболев, заведующий кафедрой физики и методики преподавания физики физико-математического факультета учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», доктор физико-математических наук, профессор;

В.М. Зеленкевич, доцент кафедры физики и методики преподавания физики физико-математического факультета учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат технических наук, доцент

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра общей и теоретической физики учреждения образования «Брестский государственный университет имени А.С.Пушкина» (протокол № 4 от 15.12.2023);

А.И. Кириленко, заведующий кафедрой естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин учреждения образования «Белорусская государственная академия авиации», кандидат физико-математических наук, доцент

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ПРИМЕРНОЙ:**

Кафедрой физики и методики преподавания физики физико-математического факультета учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка» (протокол № 4 от 29.11.2023);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка» (протокол № 3 от 19.12.2023);

Научно-методическим советом по физико-математическому и технологическому образованию учебно-методического объединения по педагогическому образованию (протокол № 5 от 22.12.2023)

Ответственный за редакцию: В.Р. Соболев

Ответственный за выпуск: В.М. Зеленкевич

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Примерная учебная программа по учебной дисциплине «Электричество и магнетизм» разработана для учреждений высшего образования в соответствии с требованиями образовательного стандарта общего высшего образования по специальности 6-05-0113-04 «Физико-математическое образование (математика и физика; физика и информатика)».

**Целью** учебной дисциплины является формирование профессиональных компетенций учителя физики и овладение прочными навыками их использования для решения теоретических и практических задач.

### **Задачи:**

- подготовка учителя физики для учреждений, обеспечивающих получение среднего образования;
- формирование у студентов навыков грамотного изложения теоретического материала и умения решать физические задачи, а во время выполнения лабораторных работ добиваться, чтобы студенты ясно представляли и умели не только осмыслить полученные результаты, но и оценить степень их достоверности;
- формирование у студентов измерительных умений в ходе выполнения лабораторных работ и совершенствование логических умений по проведению анализа и интерпретации полученных результатов;
- получение навыков самостоятельной работы как со стандартным заводским оборудованием, приборами, так и изготовленными для определенных целей механизмами, конструкциями.

Учебная дисциплина «Электричество и магнетизм» входит в модуль «Физика и астрономия» государственного компонента и тесно связана с учебными дисциплинами компонента учреждения образования «Математический анализ», «Аналитическая геометрия» и «Высшая алгебра», которые служат фундаментом для освоения студентами математических основ физики и иных дисциплин физико-математического профиля.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен

### **знать:**

- роль и место физики в системе наук о природе и человеческом обществе;
- достижения, проблемы и основные направления исследований в области физики в мире и в Республике Беларусь;
- структуру и динамику развития физической науки, основные этапы развития естественнонаучной картины мира;
- структуру и содержание курса «Электричество и магнетизм» для педагогических университетов;

- наиболее важные открытия в области электрических и магнитных явлений, оказавшие определяющее влияние на развитие техники и технологии;
- методологию и мировоззренческий потенциал физической науки, ее философские и методологические основы и проблемы;
- экспериментальные и теоретические методы научного и учебного физического исследования, методы поиска, анализа и адаптации научной информации по физике и методике ее преподавания;
- физические понятия, законы, принципы и теории, физическую сущность явлений и процессов в природе и технике;
- математический аппарат физики и численные методы решения физических задач;
- педагогические требования, особенности и технику всех видов учебного физического эксперимента;
- требования к минимуму содержания и уровню подготовки учащихся по физике;
- закономерности и принципы организации учебного процесса по физике в учреждениях системы среднего образования; самостоятельной, внеклассной и внешкольной работы по физике;

**уметь:**

- пользоваться системой теоретических знаний для решения физических задач;
- пользоваться методами научно-методологического анализа физических процессов, явлений, понятий, теорий и физической картины мира;
- использовать современные педагогические и информационные технологии обучения физике в образовательных учреждениях разных типов;
- составлять, решать и проводить научно-методический анализ результатов решения физических задач различного уровня сложности;
- использовать программные средства общего и специального назначения в сфере физического образования;
- рассчитывать электрические и магнитные поля в вакууме и веществе;
- выполнять расчет цепей квазистационарных переменных токов;
- применять законы электромагнетизма к решению задач.

**владеть:**

- методологией планирования, организации и проведения физического эксперимента, анализа и интерпретации результатов эксперимента;
- приемами использования методов математического и компьютерного моделирования физических процессов;
- техникой анализа конкретных физических ситуаций при проектировании их математических и компьютерных моделей;

– навыками свободного применения соответствующего математического аппарата и использования математических методов при решении конкретных физических задач;

– приемами практического применения критериев оценки уровня усвоения знаний и сформированности умений учащихся по физике, способов их диагностики, коррекции и контроля.

Освоение учебной дисциплины «Электричество и магнетизм» направлено на формирование **базовой профессиональной компетенции**: владеть классическими разделами физики и астрономии для осуществления учебно-исследовательской деятельности.

На изучение учебной дисциплины «Электричество и магнетизм» всего отведено 216 часов, из них – 116 аудиторных. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 32 часа, лабораторные занятия – 52 часа, практические занятия – 32 часа.

Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – зачет.

## ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование темы	Всего аудиторных часов	Лекции	Практические	Лабораторные
1. Введение. Электростатическое поле в вакууме	<b>14</b>	4	6	4
2. Проводники и диэлектрики в электростатическом поле	<b>14</b>	2	4	8
3. Энергия электростатического поля	<b>8</b>	2	2	4
4. Постоянный электрический ток	<b>16</b>	2	6	8
5. Электропроводность твердых тел	<b>5</b>	2	1	2
6. Контактные явления в металлах и полупроводниках	<b>3</b>	2	1	-
7. Электрический ток в различных средах	<b>8</b>	2		6
8. Стационарное магнитное поле	<b>16</b>	4	4	8
9. Электромагнитная индукция	<b>8</b>	4	4	-
10. Магнитное поле в веществе	<b>6</b>	2	-	4
11. Переменный ток	<b>8</b>	2	2	4
12. Электромагнитное поле	<b>8</b>	2	2	4
13. Электромагнитные волны	<b>2</b>	2	-	-
<b>Итого:</b>	<b>116</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>52</b>

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

**1. Введение. Электростатическое поле в вакууме.** Краткий исторический обзор развития представлений о природе электричества и магнетизма. Электризация тел. Электрические заряды и их свойства. Описание макроскопических заряженных тел: модели точечного и непрерывного распределения зарядов. Взаимодействие электрических зарядов. Закон Кулона.

Электростатическое поле. Напряженность электростатического поля. Вектор напряженности поля точечного заряда. Принцип суперпозиции полей. Поле электрического диполя.

Графическое представление электростатических полей. Поток вектора напряженности электростатического поля. Теорема Остроградского-Гаусса и ее применение к расчету электростатических полей. Работа сил электростатического поля при перемещении зарядов. Потенциал электростатического поля. Циркуляция вектора напряженности электрического поля. Эквипотенциальные поверхности. Потенциал поля точечного заряда, диполя, системы зарядов. Связь потенциала и напряженности поля. Диполь во внешнем электростатическом поле.

**2. Проводники и диэлектрики в электростатическом поле.** Электростатическое поле заряженного проводника. Условия равновесия и распределение зарядов в проводнике. Напряженность электрического поля вблизи поверхности заряженного проводника. Проводники во внешнем электростатическом поле. Электростатическая индукция. Электризация через влияние. Электростатическая защита. Электрический генератор Ван де Граафа.

Емкость уединенного проводника. Емкость конденсатора. Плоский, сферический и цилиндрический конденсаторы. Соединение конденсаторов.

Диэлектрики в электростатическом поле. Поляризация диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость. Свободные и связанные заряды. Полярные и неполярные молекулы. Поляризованность (вектор поляризации) и ее связь с поверхностной плотностью связанных зарядов.

Электростатическое поле в диэлектриках. Теорема Остроградского-Гаусса для электростатического поля в диэлектриках. Вектор электрического смещения. Электрическая восприимчивость и ее связь с диэлектрической проницаемостью.

Условия на границе двух диэлектриков. Преломление линий векторов напряженности и вектора электрического смещения на границе раздела диэлектриков. Особенности поляризации твердых диэлектриков. Пьезоэлектричество и пьезоэлектрики. Пироэлектрики. Сегнетоэлектрики.

**3. Энергия электростатического поля.** Электрическая энергия системы точечных зарядов. Энергия заряженных проводников. Энергия заряженного конденсатора. Энергия и плотность энергии электростатического поля.

**4. Постоянный электрический ток.** Движение зарядов в электростатическом поле. Электрический ток. Сила тока и плотность тока. Единица силы тока – ампер. Условия существования электрического тока. Сторонние силы. Электродвижущая сила (ЭДС). Падение напряжения. Закон Ома для однородного участка цепи. Сопротивление проводника. Дифференциальная форма закона Ома. Закон Ома для неоднородного участка цепи и для замкнутой цепи. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа.

**5. Электропроводность твердых тел.** Классификация твердых тел (проводники и диэлектрики, полупроводники). Природа электрического тока в металлах. Исследования Мандельштама и Папалекси, Стюарта и Толмена.

Классическая электронная теория электропроводности металлов. Объяснение законов Ома, Джоуля-Ленца. Трудности классической электронной теории электропроводности металлов. Зависимость сопротивления металлов от температуры. Сверхпроводимость.

Понятие о собственной и примесной электропроводности полупроводников. Зависимость электропроводности полупроводников от температуры и освещенности.

**6. Контактные явления в металлах и полупроводниках.** Работа выхода электрона из металла. Контактная разность потенциалов. Законы Вольта. Термоэлектрические явления. Термо-ЭДС.

**7. Электрический ток в различных средах.** Электролиты. Электропроводность электролитов. Закон Ома для электролитов. Электролиз. Законы Фарадея, определение заряда электрона. Использование электролиза в технике. Электрохимические потенциалы. Гальванические элементы.

Электрический ток в газах и вакууме. Ионизация газов и рекомбинация ионов. Несамостоятельные и самостоятельные газовые разряды. Вольтамперная характеристика несамостоятельного газового разряда. Виды самостоятельных газовых разрядов (тлеющий, дуговой, искровой, коронный). Понятие о плазме. Использование газовых разрядов в технике. Катодные лучи.



Электрический ток в вакууме. Эмиссионные явления. Термоэлектронная эмиссия. Формула Ричардсона. Закон трех вторых. Электронные лампы (диод и триод) и их использование.

**8. Стационарное магнитное поле.** Основные магнитные явления. Магнитное поле электрического тока. Индукция магнитного поля. Линии магнитной индукции. Магнитный поток. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле прямого, кругового и соленоидального токов. Циркуляция вектора магнитной индукции. Вихревой характер магнитного поля. Закон полного тока.

Действие магнитного поля на проводник с током. Сила Ампера. Сила взаимодействия параллельных токов. Контур с током в магнитном поле. Магнитный момент тока.

Действие электрического и магнитного полей на движущиеся заряды. Сила Лоренца. Определение удельного заряда электрона. Эффект Холла и его использование. Принцип работы магнитогидродинамических генераторов.

**9. Электромагнитная индукция.** Явление электромагнитной индукции. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Направление индукционного тока. Правило Ленца. Электродвижущая сила индукции. Вихревое электрическое поле. Токи Фуко. Скин-эффект.

Явление самоиндукции, индуктивность. Взаимная индукция контуров с током, взаимная индуктивность. Принцип действия трансформатора.

Работа силы Ампера. Энергия магнитного поля. Энергия и плотность энергии магнитного поля.

**10. Магнитное поле в веществе.** Магнитное поле в магнетиках. Связь магнитной индукции и напряженности магнитного поля в магнетиках. Магнитная проницаемость и восприимчивость. Гиромагнитные явления. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Ферромагнетики. Магнитный гистерезис. Домены. Зависимость ферромагнитных свойств от температуры.

**11. Переменный ток.** Квазистационарный ток. Получение переменной ЭДС. Эффективное и среднее значения переменного тока. Методы векторных диаграмм и комплексных амплитуд. Активное сопротивление в цепи переменного тока. Индуктивность в цепи переменного тока. Емкость в цепи переменного тока. Закон Ома для цепи переменного тока. Резонанс в последовательной и параллельной цепях. Мощность переменного тока. Проблемы передачи электроэнергии.

**12. Электромагнитное поле.** Электромагнитный колебательный контур. Незатухающие колебания. Формула Томсона. Превращение энергии в колебательном контуре. Затухающие колебания. Вынужденные колебания в контуре. Резонанс. Резонанс в колебательном контуре.

Обобщения Максвелла: вихревое электрическое поле и токи смещения. Полная система уравнений Максвелла.

**13. Электромагнитные волны.** Плоские электромагнитные волны в вакууме, скорость их распространения. Излучение электромагнитных волн. опыты Герца. Закон сохранения энергии электромагнитного поля, поток энергии. Объемная плотность энергии электромагнитного поля. Вектор Умова-Пойнтинга. Изобретение радиосвязи Поповым. Принцип радиосвязи. Шкала электромагнитных волн.

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### ЛИТЕРАТУРА

#### **Основная:**

1. Савельев, И. В. Курс общей физики: учебное пособие: в 3 т. Т. 2 Электричество и магнетизм. Волны. Оптика / И. В. Савельев. – 15-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 500 с.
2. Иродов И. Е., Электромагнетизм. Основные законы / И. Е. Иродов. – 11-е изд. – М.: Лаборатория знаний, 2019. – 319 с.
3. Сивухин Д. В., Общий курс физики. Учеб. пособие: Для вузов. В 5 т. Т. 3 Электричество / Д. В. Сивухин. – 6-е изд. – М.: Физматлит, 2020 г. – 656 с.
4. Общая физика: электричество и магнетизм: пособие для студентов / А. К. Есман [и др.]. – Минск: Белорус. нац. техн. ун-т, 2017. – 299 с.
5. Бондарь, В. А. Общая физика: Практикум / И. С. Ташлыков., В. А. Яковенко, В. И. Януть и др. – Мн.: БГПУ, 2008. – 572 с.
6. Яковенко В. А. Общая физика: сборник задач / В. А. Яковенко, В. Р. Соболев и др. – Минск: Вышэйшая школа, 2015. – 455 с.

#### **Дополнительная:**

1. Боровский, Г. А. Общая физика: Курс лекций с компьютерной поддержкой. В 2 т. / Г. А. Боровский, Э. В. Бурсиан. – М.: Владос-Пресс, 2001. – Т. 1. – 240 с. – Т. 2. – 296 с.
2. Бондарев, Б. В. Курс общей физики: В 3 кн. / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. – М.: Юрайт, 2013. – Кн. 2: Электромагнетизм. Оптика. Квантовая оптика. – 448 с.
3. Калашников, С. Г. Основы физики: упражнения и задачи. / С. Г. Калашников, М. А. Смондырёв. – М.: Дрофа, 2004. – 464 с.
4. Трофимова, Т. Н. Курс физики с примерами решения задач: В 2 т. / Т. Н. Трофимова. – М.: КНОРУС, 2015.– Т1. – 592 с.
5. Иродов, И. Е. Задачи по общей физике. / И. Е. Иродов. – М.: Бинوم, Владис, 2002. – 448 с.
6. Алешкевич, В. А. Электромагнетизм / В. А. Алешкевич. – М.: Физматлит, 2014. – 404 с.

## **РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ФОРМЫ И МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ**

Основными методами обучения, отвечающими целям учебной дисциплины, являются: методы проблемного обучения (проблемное изложение, частично-поисковый и исследовательский методы), интерактивные методы, которые способствуют поддержанию оптимального уровня активности.

Для освоения данной учебной дисциплины предусмотрены следующие формы работы: лекции, практические занятия, лабораторные занятия, самостоятельное изучение материала.

На лекциях излагается теоретический материал учебной дисциплины. Особое внимание следует уделять демонстрационному эксперименту в процессе чтения лекций, что подчеркивает практическую направленность изучаемого материала. Практические занятия должны быть направлены на приобретение студентами навыков использования полученных теоретических знаний при решении конкретных физических задач. Лабораторные работы должны быть рассчитаны на приобретение студентами навыков самостоятельной работы с физическими приборами и оборудованием. Они должны быть организованы таким образом, чтобы студенты ясно представляли сущность исследуемых физических явлений и законов, понимали методику измерений, умели пользоваться приборами, осмысливать полученные результаты, оценивать их точность.

Методика их организации и проведения должна способствовать развитию креативных способностей каждого студента и приобретению ими навыков самостоятельной работы.

## **ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ**

Основными средствами диагностики усвоения знаний, умений и овладения необходимыми навыками по учебной дисциплине являются:

– фронтальный опрос на лекционных занятиях, направленный на систематизацию знаний студентов, определение уровня готовности аудитории к восприятию нового материала, а также на формирование у преподавателя представление об усвоении студентами основополагающих понятий и законов изучаемой учебной дисциплины;

– проверка практических заданий, выполняемых на лабораторных занятиях, представляет собой диагностику систематичности подготовки студентов к занятиям и уровня усвоения ими практико-ориентированного содержания программного материала учебной дисциплины;

– групповые и индивидуальные консультации студентов, которые предназначены для диагностики уровня овладения знаниями, умениями и навыками, устранения возможных ошибок, пробелов в знаниях студентов;

– самостоятельные работы используются для определения индивидуальных особенностей, темпа продвижения студентов и усвоения ими необходимых знаний;

– компьютерное тестирование позволяет быстро провести диагностику усвоения студентами учебного материала как по отдельным темам, так и по учебной дисциплине в целом.

С целью текущего контроля предусматривается проведение нескольких рейтинговых контрольных работ.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Целями самостоятельной работы студентов являются:

- активизация учебно-познавательной деятельности обучающихся;
- формирование у обучающихся умений и навыков самостоятельного приобретения и обобщения знаний;
- формирование у обучающихся умений и навыков самостоятельного применения знаний на практике;

Самостоятельная работа выполняется по заданию и при методическом руководстве лица из числа профессорско-преподавательского состава и контролируется на определенном этапе обучения.

Текущий контроль осуществляется в ходе выполнения и защиты лабораторных работ, теоретических и практических заданий для самостоятельной проработки. Самостоятельная работа студента методически организуется путем выполнения домашних заданий по материалу, пройденному на лекционных, лабораторных и практических занятиях.

Особое внимание необходимо обращать на организацию индивидуальной работы студента под руководством преподавателя. Эта работа должна проводиться с учетом индивидуальных особенностей каждого студента с помощью системы индивидуальных заданий. Самостоятельная работа студентов проводится в объеме, предусмотренном учебным планом.