

Учреждение образования
«Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

В.В.Радыгина

« 10 » 2023 г.

Регистрационный № УД-24-3-156-013 / уч.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

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

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

Учебная программа составлена на основе ОСВО 6-05-0113-04-2023(02.08.2023, №225) и учебных планов специальности 6-05-0113-04 Физико-математическое образование (физика и информатика (23.02.2023, №055-2023/у); математика и физика (23.02.2023, №056-2023/у))

СОСТАВИТЕЛИ:

Соболь В.Р., заведующий кафедрой физики и методики преподавания физики 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

СОГЛАСОВАНО:

Директор

ГУО «Гимназия № 146 г. Минска»



С.В. Бондарева

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой физики методики преподавания физики (протокол №4 от 29.11.2023 г.);

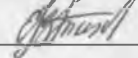
Заведующий кафедрой  В.Р. Соболь

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»

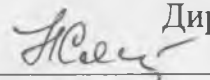
(протокол № 3 от 19.12.2023 г.)

Оформление учебной программы и сопровождающих ее материалов действующим требованиям Министерства образования Республики Беларусь соответствует

Методист учебно-методического отдела



Е.В. Тихонова



Директор библиотеки

Н.П.Сятковская

Программа соответствует обучению в системе многоуровневого физико-математического педагогического образования. При этом в специальной подготовке преподавателя физики для средних общеобразовательных учреждений эта учебная дисциплина является профильной. В этой дисциплине органично сочетаются вопросы классической и современной физики. В нее включены основные данные о наиболее важных физических фактах и понятиях, законах и принципах, обозначены границы выполнения изучаемых физических концепций, моделей, теорий, при установке связей между которыми используется исторический подход. Последовательность изложения материала соответствует требованиям учебного плана профильных дисциплин.

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.

Программой предусмотрено изучение учебной дисциплины с четвертого семестра обучения. Такое начало изучения учебной дисциплины обусловлено необходимостью приобретения студентами достаточной математической подготовки и знаний курса статика, кинематика, динамика, который они изучают во втором семестре.

Требования к освоению учебной дисциплины

Учебная программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования по специальности 6-05-0113-04 Физико-математическое образование (математика и физика; физика и информатика).

Требования к уровню усвоения содержания учебной дисциплины определены образовательным стандартом высшего педагогического образования первой ступени по циклу общепрофессиональных и специальных дисциплин, в котором указаны общенаучные умения, система предметных знаний и комплекс предметных умений.

В результате изучения дисциплины студент должен

знать:

- роль и место физики в системе наук о природе и человеческом обществе;
- структуру и динамику развития физической науки, основные этапы развития естественнонаучной картины мира;
- структуру и содержание курса общей физики для педагогических университетов;
- структуру и содержание курса «Электричество и магнетизм» для педагогических университетов;

- наиболее важные открытия в области электромагнетизма, 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;

- особенности и технику всех видов учебного физического эксперимента;

уметь:

- пользоваться системой теоретических знаний для решения физических задач;

- пользоваться методами научно-методологического анализа физических процессов, явлений, понятий, теорий и физической картины мира;

- 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;

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;

Освоение учебной дисциплины «Электричество и магнетизм» направлено на формирование базовой профессиональной компетенции БПК-9: Владеть классическими разделами физики и астрономии для осуществления учебно-исследовательской деятельности.

В рамках образовательного процесса по учебной дисциплине «Электричество и магнетизм» студент должен приобрести не только теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой

ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

Форма получения образования – очная. Учебная дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре. 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..

В процессе реализации учебной программы особое место должна занимать организация учебно-исследовательской работы студентов. Эта работа должна органично включаться в образовательный процесс в сочетании со всеми видами учебных занятий.

Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – зачет.

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.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия, перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов			Самостоятельная работа студента	Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Электричество и магнетизм	32	32	52	100			
1.	Введение. Электростатическое поле в вакууме	4	6	4	16			
1.1	<p>Краткий исторический обзор развития представлений о природе электромагнетизма. Электризация тел. Электрические заряды и их свойства. Описание макроскопических заряженных тел: модели точечного и непрерывного распределения зарядов.</p> <p>Взаимодействие электрических зарядов. Закон Кулона.</p> <p>Электростатическое поле. Напряженность электростатического поля. Вектор напряженности поля точечного заряда. Принцип суперпозиции полей. Поле электрического диполя.</p>	2			2(л)	<p>1. Презентация материала темы.</p> <p>2. Лекция 1,2.</p> <p>3. Материалы на электронных носителях.</p>	[1, 3, 4]	<p>1. Тест по теме «История развития электромагнетизма»</p> <p>2. Отчет о выполнении заданий по СРС</p>

	Графическое представление электростатических полей. Поток вектора напряженности электростатического поля. Теорема Остроградского-Гаусса и ее применение к расчету электростатических полей.				4(л)	1. Презентация материала темы. 2. Лекция 3. 3. Демонстрации.	[1, 3, 4]	1. Экспресс-тест «Теорема Гаусса» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС
1.2.	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			2(л)	1. Презентация материала темы. 2. Лекция 4. 3. Демонстрации 4. Материалы на электронных носителях.	[1, 3, 4]	1. Экспресс-тест «Потенциал» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС
1.3.	Электрические заряды и их свойства. Взаимодействие зарядов.	2			2 (пр)	Материалы на электронных носителях.	[6] §16 №4,6,8,14. № 5,7,9,10.	1. Экспресс-тест по теме «Взаимодействие зарядов» 2. Письменный отчет с решениями не менее 5 задач.
1.4.	Напряженность электростатического поля точечных зарядов. Принцип суперпозиции.	2			2(пр)	Материалы на электронных носителях.	[6] §16 №23,27,28,3 9,40. № 24,25,29,30.	1. Экспресс-тест по теме «Взаимодействие зарядов» 2. Письменный отчет с решениями не менее 5 задач.

1.5.	Расчет электростатических полей, созданных точечными и распределенными зарядами				2 (пр)	Материалы на электронных носителях.	[6] §16 №31,35,36,41,51. №30,43,45,46,48.	1. Экспресс-тест по теме «Расчет электростатических полей» 2. Письменный отчет с решениями не менее 5 задач.
1.6.	Работа по перемещению заряда в электрическом поле. Потенциал поля. Разность потенциалов.		2		2(пр)	Материалы на электронных носителях.	[6] §16 №56,59,60,61,64,65,68,73. №54,55,57,63,67,70,71.	1. Экспресс-тест по теме «Работа в электростатическом поле» 2. Письменный отчет с решениями не менее 5 задач.
1.7.	Лабораторная работа №3.1 «Изменение пределов электроизмерительных приборов и изучение школьного авометра» (здесь и далее нумерация лабораторных работ соответствует нумерации, принятой в [5]).			4		1. Инструкция лабораторной работы № 3.1. 2. Оборудование к лабораторной работе №3.1.	[5] с.219-228	1. Допуск к выполнению лабораторной работы 2. Отчет о выполнении лабораторной работы.
2.	Проводники и диэлектрики в электростатическом поле.	2	4	8	18			
2.1.	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.	2			2(лк)	1. Презентация материала темы. 2. Лекция 5. 3. Демонстрации	[1, 3, 4]	1 Экспресс-тест по теме «Напряженность электростатического поля» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС

	<p>Емкость уединенного проводника. Конденсатор. Емкость плоского, сферического и цилиндрического конденсаторов. Соединение конденсаторов.</p> <p>Поляризация диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость. Свободные и связанные заряды. Полярные и неполярные молекулы. Поляризованность и ее связь с поверхностной плотностью связанных зарядов. Электростатическое поле в диэлектриках.</p> <p>Теорема Остроградского-Гаусса для электростатического поля в диэлектриках. Вектор электрического смещения. Электрическая восприимчивость и ее связь с диэлектрической проницаемостью.</p>				4(л)	1. Презентация материала темы. 2. Лекция 6. 3. Материалы на электронных носителях.	[1, 3, 4]	1. Тест «Соединение конденсаторов» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС
					2(л)			
					2(л)	1. Презентация материала темы. 2. Лекция 7. 3. Демонстрации	[1, 3, 4]	1. Экспресс-тест «Поляризация диэлектрика» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС
2.2.	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 и электреты. Сегнетоэлектрики.				2(л)	1. Лекция 8. 2. Материалы на электронных носителях.	[1, 3, 4]	1. Экспресс-тест «Вектор электрического смещения» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС
2.3.	Проводники в электростатическом поле.		2		2(пр)	Презентация материала темы. 2. Лекция 5. 3. Материалы на электронных носителях.	[6], §16 №79,80,81, 106. №82,84,85, 86,90	1. Экспресс-тест «Проводники в электрическом поле» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС

2.4.	Електроемкость проводников. Конденсаторы.		2		4(пр)	1. Презентация материала темы. 2. Лекция 6. 3. Материалы на электронных носителях.	[6], §16 №79,80,81,90,118 №106,112,113.116,120.	1. Экспресс-тест «Конденсаторы» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС. 3. Письменный отчет с решениями не менее 5 задач.
2.5.	Лабораторная работа №3.2. «Исследование электростатического поля».			4		1. Инструкция лабораторной работы № 3.2. 2. Оборудование к лабораторной работе №3.2.	[5] с.228-231	1. Допуск к выполнению лабораторной работы 2. Отчет о выполнении лабораторной работы.
2.6.	Лабораторная работа №3.4 «Исследование диэлектрических свойств сегнетоэлектриков».			4		1. Инструкция лабораторной работы № 3.4. 2. Оборудование к лабораторной работе №3.4.	[5] с.235-245.	1. Контрольный допуск к выполнению лабораторной работы. 2. Отчет по лабораторной работе.
3.	Энергия электростатического поля	2	2	4	6			
3.1.	Электрическая энергия системы точечных зарядов. Энергия заряженных проводников. Энергия заряженного конденсатора. Энергия и плотность энергии электростатического поля.	2			2(л)	1. Презентация материала темы. Лекция 9. 2. Демонстрации	[1, 3, 4]	1. Экспресс-тест «Энергия электростатического поля» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС 3. Рейтинговая контрольная работа

3.2.	Энергия электростатического поля		2		4(пр)	1. Презентация материала темы. 2. Лекция 9	[6] §16 №147,150,153,159,161,166. №146,148,149,152,160	1. Экспресс-тест «Энергия электростатического поля» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС 3. Письменный отчет с решениями не менее 5 задач.
2.5.	Лабораторная работа №3.7 «Измерение емкости конденсаторов»			4		1. Инструкция лабораторной работы № 3.7. 2. Оборудование к лабораторной работе №3.7.	[5] с.266-276	1. Контрольный допуск к выполнению лабораторной работы. 2. Отчет по лабораторной работе.
4.	Постоянный электрический ток	2	6	8	8			
4.1.	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).					1. Материалы на электронных носителях. 2. Лекция 10	[1, 3, 4]	1. Экспресс-тест «Постоянный электрический ток» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС
4.2.	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. Дифференциальная форма закона Джоуля-Ленца.	2			2(л)	1. Презентация материала темы. 2. Лекция 10 3. Демонстрация	[1, 3, 4]	1. Экспресс-тест «Законы Ома» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС

4.3.	Постоянный электрический ток. Закон Ома.		2		2(пр)	1. Материалы на электронных носителях. 2. Лекция 10	[6] §17 №2,5,12,13, 17,20,21,25, 27,33,41. №1,4,8,14,2 3,24,28,29,3 4,36,38.	1. Экспресс-тест «Законы Ома» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС 3. Письменный отчет с решениями не менее 5 задач.
4.4.	Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца.		2		2(пр)	1. Материалы на электронных носителях. Лекция 11	[6] §17 №51,53,54,5 6,58,60,61,6 4,71 №50,52,55,5 7,59,61,72.	1. Экспресс-тест «Закон Джоуля-Ленца» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС 3. Письменный отчет с решениями не менее 5 задач.
4.5.	Применение законов Ома и правил Кирхгофа для расчета электрических цепей.		2		2(пр)	1. Материалы на электронных носителях. Лекция 10,11	[6] §17 №83,85,87,8 9. №84,85,86,8 8,89	1. Экспресс-тест «Электрические цепи» 2. Письменный отчет с решениями не менее 5 задач. 3. Рейтинговая контрольная работа
4.6.	Лабораторная работа №3.6 «Измерение электродвижущей силы источника тока и градуировка термоэлемента».			4		1. Инструкция лабораторной работы № 3.6. 2. Оборудование в соответствии с инструкцией лабораторной работы №3.6.	[5] с.258-266	1. Контрольный допуск к выполнению лабораторной работы. 2. Отчет по лабораторной работе.

4.7.	Лабораторная работа №3.8 «Исследование энергетических соотношений в цепи постоянного тока»			4		1.Инструкция лабораторной работы № 3.8. 2. Оборудование в соответствии с инструкцией лабораторной работы №3.8.	[5] с.276-281	1.Контрольный допуск к выполнению лабораторной работы. 2. Отчет по лабораторной работе.
5.	Электропроводность твердых тел	2	1	2	6			
5.1.	Классификация твердых тел (проводники и диэлектрики, полупроводники). Природа электрического тока в металлах. Классическая электронная теория электропроводности металлов. Трудности классической электронной теории электропроводности металлов.	2				1. Презентация материала темы. 2.Лекция 12 3. Демонстрации	[1, 3, 4]	1.Опрос 2. Отчет о выполнении заданий по СРС
5.2.	Исследования Манделъштама и Папалекси, Стюарта и Толмена. Объяснение законов Ома, Джоуля-Ленца и Видемана-Франца. Зависимость сопротивления металлов от температуры. Сверхпроводимость. Понятие о собственной и примесной электропроводности полупроводников Зависимость электропроводности полупроводников от температуры и освещенности.				4(л)	1. Материалы на электронных носителях. 2. Лекция 12, 13	[1, 3, 4]	1.Экспресс-тест «Электропроводность металлов» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС
5.3.	Электрический ток в металлах и полупроводниках		1		2(пр)	1. Материалы на электронных носителях. Лекция 12, 13	[6] §18 №1,3,6,10,13,15,21,24,26. №2,5,12,14,18,22	1.Экспресс-тест «Электропроводность полупроводников» 2.Письменный отчет с решениями не менее 5 задач.

5.4.	Лабораторная работа №3.9 «Исследование зависимости сопротивления металлов и полупроводников от температуры».			2		1.Инструкция лабораторной работы № 3.9. 2. Оборудование в соответствии с инструкцией лабораторной работы №3.9.	[5] с.281-287	1.Контрольный допуск к выполнению лабораторной работы. 2. Отчет по лабораторной работе.
5.5.	Лабораторная работа №3.13 «Определение концентрации, подвижности и знака носителей заряда в полупроводниках».			2		1.Инструкция лабораторной работы № 3.13. 2. Оборудование в соответствии с инструкцией лабораторной работы №3.13.	[5] с.309-317	1.Контрольный допуск к выполнению лабораторной работы. 2. Отчет по лабораторной работе.
6.	Контактные явления в металлах и полупроводниках	2	1		4			
6.1.	Работа выхода электрона из металла. Контактная разность потенциалов. Законы Вольта.	2				1. Презентация материала темы. 2. Лекция 14 3. Демонстрации	[1, 3, 4]	1.Опрос 2. Отчет о выполнении заданий по СРС
6.2.	Термоэлектрические явления.				2(л)	1. Материалы на электронных носителях. 2. Лекция 14	[1, 3, 4]	1.Экспресс-тест «Термоэлектрические явления» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС
6.3.	Контактные явления. Термо-эдс.		1		2(пр)	1. Материалы на электронных носителях. 2.Лекция 14	[6] §18 №22,24,26,28 8 №25,26,28	1.Опрос 2. Отчет о выполнении заданий по СРС

7.	Электрический ток в различных средах	2	2	6	12			
7.1.	<p>Электролиты. Электролитическая диссоциация. Подвижность ионов. Закон Ома для электролитов. Электрохимические потенциалы. Гальванические элементы.</p> <p>Электролиз. Законы Фарадея, определение заряда электрона. Использование электролиза в технике.</p> <p>Ионизация газов и рекомбинация ионов. Несамостоятельные и самостоятельные газовые разряды. Вольтамперная характеристика самостоятельного газового разряда.</p> <p>Электрический ток в вакууме. Термоэлектронная эмиссия.</p> <p>Виды самостоятельных газовых разрядов (тлеющий, дуговой, искровой, коронный). Понятие о плазме. Использование газовых разрядов в технике. Катодные лучи. Электронные лампы (диод и триод) и их использование.</p> <p>Электрический ток в газах и в вакууме. Электронные лампы.</p>	2			<p>2(л)</p> <p>2(л)</p> <p>2(л)</p> <p>2(л)</p> <p>2(л)</p> <p>2(л)</p>	<p>1. Материалы на электронных носителях. 2. Лекция 15</p> <p>1. Презентация материала темы. 2. Лекция 15,16 3. Демонстрации</p> <p>1. Материалы на электронных носителях. 2. Лекция 17</p> <p>1. Материалы на электронных носителях. 2. Лекция 18</p>	<p>[1, 3, 4]</p> <p>[6] §18 №43,47,48,49. №45,46,52.</p>	<p>1. Экспресс-тест «Электролиты» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС 1. Экспресс-тест «Электролиз» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС</p> <p>1. Экспресс-тест «Газовый разряд». 2. Экспресс-тест «Электрический ток в газах» 3. Отчет о выполнении заданий по СРС</p>
7.2.	Электрический ток в электролитах. Электролиз. Законы Фарадея для электролиза.		2			<p>1. Материалы на электронных носителях. 2. Лекция 15,16</p>	<p>[6] §18 №32,33,34,38,39,40,48,50.31-18.39. №31,37,41,45,47,49,52.</p>	<p>1. Экспресс-тест «Законы Фарадея» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС</p>

7.3.	Лабораторная работа №3.10 «Исследование зависимости сопротивления электролитов от температуры и концентрации».			2		1. Инструкция лабораторной работы № 3.10. 2. Оборудование в соответствии с инструкцией лабораторной работы №3.10.	[5] с.287-291	1. Контрольный допуск к выполнению лабораторной работы. 2. Отчет по лабораторной работе.
7.4.	Лабораторная работа №3.11 «Проверка закона Богуславского-Ленгмюра и определение удельного заряда электрона».			4		1. Инструкция лабораторной работы № 3.11. 2. Оборудование в соответствии с инструкцией лабораторной работы №3.11.	[5] с.291-298	1. Контрольный допуск к выполнению лабораторной работы. 2. Отчет по лабораторной работе.
8.	Стационарное магнитное поле	4	4	8	8			
8.1.	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.	2			2(л)	1. Презентация материала темы. 2. Лекция 19 3. Демонстрации	[1, 3, 4]	1. Экспресс-тест «Магнитное поле» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС
8.2.	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.	2				1. Презентация материала темы. 2. Лекция 20 3. Демонстрации	[1, 3, 4]	1. Экспресс-тест «Сила Ампера» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС

8.3.	Магнитное поле постоянного тока				2(пр)	1. Материалы на электронных носителях. 2. Лекция 20	[6] §19 № 2,4,69,10,11,15,19. № 1,5,8,16.	1. Экспресс-тест «Магнитное поле» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС 3. Письменный отчет с решениями не менее 5 задач.
8.4.	Действие магнитного поля на проводник с током.		2		2(пр)	1. Материалы на электронных носителях. 2, Лекция 20	[6] §19 № 26,28,31. № 25,27,29,30.	1. Экспресс-тест «Сила Ампера» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС 3. Письменный отчет с решениями не менее 5 задач.
8.5.	Движение зарядов в магнитном поле. Сила Лоренца. Эффект Холла.		2		2(пр)	1. Материалы на электронных носителях. 2. Лекция 20	[6] §19 №35,37,38,39. №32,33,34,36,40.	1. Экспресс-тест «Сила Лоренца» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС 3. Письменный отчет с решениями не менее 5 задач.
8.6.	Лабораторная работа 3.5. Изучение гальванометра магнитоэлектрической системы			4		1. Инструкция лабораторной работы № 3.5. 2. Оборудование в соответствии с инструкцией лабораторной работы №3.3.	[5] с.245-258	1. Контрольный допуск к выполнению лабораторной работы. 2. Отчет по лабораторной работе.

8.7	Лабораторная работа №3.12 «Измерение индукции постоянного магнитного поля».			4		1.Инструкция лабораторной работы № 3.12. 2. Оборудование в соответствии с инструкцией лабораторной работы №3.12.	[5] с.298-309	1.Контрольный допуск к выполнению лабораторной работы. 2. Отчет по лабораторной работе.
9.	Электромагнитная индукция.	4	2		6			
9.1.	Закон электромагнитной индукции Фарадея. Направление индукционного тока. Правило Ленца. Электродвижущая сила индукции. Вихревое электрическое поле. Токи Фуко. Скин-эффект.	2				1. Презентация материала темы. 2. Демонстрации 3. Лекция 21 4. Материалы на электронных носителях.	[1, 3, 4]	1.Экспресс-тест «Закон Фарадея» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС
9.2.	Явление самоиндукции, индуктивность. Взаимная индукция контуров с током, взаимная индуктивность. Работа силы Ампера. Энергия магнитного поля. Энергия и плотность энергии магнитного поля.	2				1. Презентация материала темы. 2. Демонстрации 3. Материалы на электронных носителях. 4. Лекция 22	[1, 3, 4]	1.Экспресс-тест «Работа силы Ампера» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС
9.3.	Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле. Электромагнитная индукция. Индуктивность.		2		4(пр)	1. Материалы на электронных носителях.	[6] §20 № 2,3,7,8,10,17 19,23. № 4,6,9,18,20.	1.Экспресс-тест «Электромагнитная индукция» 2.Письменный отчет с решениями не менее 5 задач.
9.4	Энергия магнитного поля				2(пр)	1. Материалы на электронных носителях. 2. Лекция 22	[6] §20 № 26,28,32. № 27,29,33.	1.Экспресс-тест «Энергия магнитного поля» 2.. Рейтинговая контрольная работа

10.	Магнитное поле в веществе	2		4	2			
10.1.	Магнитное поле в магнетиках. Связь магнитной индукции и напряженности магнитного поля в магнетиках. Магнитная проницаемость и восприимчивость. Гироманнитные явления. Диамагнетизм.	2				1. Презентация материала темы. 2. Демонстрации 3. Материалы на электронных носителях. 4. Лекция 23	[1, 3, 4]	1. Экспресс-тест «Магнетики» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС
10.2.	Парамагнетизм. Ферромагнетики. Магнитный гистерезис. Домены. Зависимость ферромагнитных свойств от температуры. Работы Столетова. Точка Кюри.				2(л)	1. Презентация материала темы. 2. Демонстрации 3. Материалы на электронных носителях. 4. Лекция 24	[1, 3, 4]	1. Экспресс-тест «Магнетики 2» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС
10.3	Лабораторная работа №3.14 «Исследование зависимости магнитной индукции и магнитной проницаемости ферромагнетиков от напряженности магнитного поля».			4		1. Инструкция лабораторной работы № 3.14. 2. Оборудование к лабораторной работе №3.14.	[5] с.317-325	1. Допуск к выполнению лабораторной работы. 2. Отчет о выполнении лабораторной работы.
11	Переменный ток	2	2	4	8			
11.1.	Квазистационарный ток. Получение переменной ЭДС. Эффективное и среднее значения переменного тока. Методы векторных диаграмм и комплексных амплитуд.	2				1. Материалы на электронных носителях. 2 Лекция 25	[1, 3, 4]	1. Экспресс-тест «Переменный ток» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС
11.2.	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.				2(л)	1. Материалы на электронных носителях. 2 Лекция 26	[1, 3, 4]	1. Экспресс-тест «Закон Ома для цепи переменного тока» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС

12.	Электромагнитное поле	2	2	4	4			
12.1.	Электромагнитный колебательный контур. Незатухающие колебания. Формула Томсона. Превращение энергии в колебательном контуре. Затухающие колебания. Вынужденные колебания в контуре. Резонанс. Резонанс в колебательном контуре.	2			2(л)	1. Презентация материала темы. 2. Демонстраци 3. Материалы на электронных носителях. 4. Лекция 28		1. Экспресс-тест « Колебательный контур » 2. Отчет о выполнении заданий по СРС 3. Письменный отчет с решениями не менее 4 задач.
12.2.	Обобщения Максвелла: вихревое электрическое поле и токи смещения. Опыты Роуленда и Эйхенвальда. Полная система уравнений Максвелла.				2(л)	1. Презентация материала темы. 2. Демонстраци 3. Материалы на электронных носителях. 4. Лекция 29		1. Экспресс-тест « Уравнения Максвел- ла» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС
12.3.	Электромагнитные колебания и волны.		2			1. Материалы на электронных носителях. 2. Лекция 28	[6] §23 №1,4,5,10. №2,6.	1. Экспресс-тест « Электромагнитные колебания » 2. Отчет о выполнении заданий по СРС
12.4	Лабораторная работа №3.15 «Изучение затухающих электромагнитных колебаний в колебательном контуре».			4		1. Инструкция лабораторной работы № 3.15. 2. Оборудование к лабораторной работе №3.15	[5] с.325-331	1. Допуск к выполнению лабораторной работы. 2. Отчет о выполнении лабораторной работы.

13.	Электромагнитные волны	2			2			
13.1.	Плоские электромагнитные волны в вакууме, скорость их распространения. Излучение электромагнитных волн. Опыты Герца. Объемная плотность энергии электромагнитного поля. Вектор Умова–Пойнтинга. Изобретение радиосвязи Поповым. Принцип радиосвязи. Шкала электромагнитных волн.	2			2(л)	1. Презентация материала темы. 2. Демонстрации 3. Материалы на электронных носителях. 4. Лекция 30	[1, 3, 4]	1. Экспресс-тест « Электромагнитные волны » 2. Отчет о выполнении заданий по СРС
Итого		32	32	52	100			зачет

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Общая физика: электричество и магнетизм : пособие для студентов / А. К. Есман [и др.]. – Минск : Белорус. нац. техн. ун-т, 2017. – 299 с.
2. Савельев, И. В. Курс общей физики [Электронный ресурс] : учеб. пособие для вузов : в 5 т. / И. В. Савельев. – 6-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2022. – Т. 2 : Электричество и магнетизм. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/189298>. – Дата доступа: 09.01.2024.

Дополнительная литература

3. Алешкевич, В. А. Электромагнетизм / В. А. Алешкевич. – М. : Физматлит, 2014. – 404 с.
4. Бондарев, Б. В. Курс общей физики : в 3 кн. / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спириин. – М. : Юрайт, 2013. – Кн. 2 : Электромагнетизм. Оптика. Квантовая оптика. – 448 с.
5. Бордовский, Г. А. Общая физика : курс лекций с компьютер. поддержкой : в 2 т. / Г. А. Бордовский, Э. В. Бурсиан. – М. : Владос, 2001. – 2 т.
6. Иродов, И. Е. Задачи по общей физике : учеб. пособие / И. Е. Иродов. – СПб. : Лань, 2001. – 416 с.
7. Иродов, И. Е. Электромагнетизм. Основные законы / И. Е. Иродов. – 11-е изд. – М. : Лаб. знаний, 2019. – 319 с.
8. Калашников, С. Г. Основы физики : упражнения и задачи / С. Г. Калашников, М. А. Смондырев. – М. : Дрофа, 2006. – 464 с.
9. Общая физика : практикум / В. А. Бондарь [и др.] ; под общ. ред. В. А. Яковенко. – Минск : Белорус. гос. пед. ун-т, 2008. – 572 с.
10. Общая физика : сб. задач : учеб. пособие / В. А. Яковенко [и др.] ; под общ. ред. В. Р. Соболя. – Минск : Выш. шк., 2015. – 456 с.
11. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : в 5 т. / Д. В. Сивухин. – М. : Физматлит, 2020. – Т. 3 : Электричество. – 656 с.
12. Трофимова, Т. Н. Курс физики с примерами решения задач : учебник : в 2 т. / Т. Н. Трофимова, А. В. Фирсов. – М. : КноРус, 2024. – Т. 1. – 578 с.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ФОРМЫ И МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ

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.

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.

ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

	Название темы, раздела	Количество часов СРС	Задание	Форма выполнения
1	2	3	4	5
1	<p>Краткий исторический обзор развития представлений о природе электромагнетизма. Электризация тел. Электрические заряды и их свойства. Описание макроскопических заряженных тел: модели точечного и непрерывного распределения зарядов.</p> <p>Взаимодействие электрических зарядов. Закон Кулона.</p> <p>Электростатическое поле. Напряженность электростатического поля. Вектор напряженности поля точечного заряда. Принцип суперпозиции полей. Поле электрического диполя.</p> <p>Графическое представление электростатических полей. Поток вектора напряженности электростатического поля. Теорема Остроградского-Гаусса и ее применение к расчету электростатических полей.</p>	6	<p>[1, 3, 4]</p> <p>1. Презентация материала темы. 2. Лекция 1,2,3 3. Материалы на электронных носителях.</p>	<p>1. Тест по теме «История развития электромагнетизма» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС</p> <p>1. Экспресс-тест «Теорема Гаусса» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС</p>
2.	<p>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.</p>	2	<p>[1, 3, 4]</p> <p>1. Презентация материала темы. 2. Лекция 4. 4. Материалы на электронных носителях.</p>	<p>1. Экспресс-тест «Потенциал» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС</p>

3	Электрические заряды и их свойства. Взаимодействие зарядов.	2	[6] §16 №4,6,8,14. № 5,7,9,10. Материалы на электронных носителях.	1. Экспресс-тест по теме «Взаимодействие зарядов» 2. Письменный отчет с решениями не менее 5 задач.
4.	Напряженность электростатического поля точечных зарядов. Принцип суперпозиции.	2	[6] §16 №23,27,28,39,40. № 24,25,29,30. Материалы на электронных носителях.	1. Экспресс-тест по теме «Взаимодействие зарядов» 2. Письменный отчет с решениями не менее 5 задач.
5.	Расчет электростатических полей, созданных точечными и распределенными зарядами	2	[6] §16 №31,35,36,41,51. №30,43,45,46,48. Материалы на электронных носителях.	1. Экспресс-тест по теме «Расчет электростатических полей» 2. Письменный отчет с решениями не менее 5 задач.
6.	Работа по перемещению заряда в электрическом поле. Потенциал поля. Разность потенциалов.	2	[6] §16 №56,59,60,61,64,65,68,73. №57,63,67,70,71. Материалы на электронных носителях.	1. Экспресс-тест по теме «Работа в электростатическом поле» 2. Письменный отчет с решениями не менее 5 задач.
7.	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. Емкость уединенного проводника. Конденсатор. Емкость плоского, сферического и цилиндрического конденсаторов. Соединение конденсаторов. Поляризация диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость. Свободные и связанные заряды.	10	[1, 3, 4] 1. Презентация материала темы. 2. Лекция 5,7.	1. Экспресс-тест по теме «Напряженность электростатического поля» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС 1. Тест «Соединение конденсаторов» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС 1. Экспресс-тест «Поляризация диэлектрика»

	Полярные и неполярные молекулы. Поляризованность 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.			2. Отчет о выполнении заданий по СРС
8.	Условия на границе двух диэлектриков. Преломление линий векторов напряженности и вектора электрического смещения на границе раздела диэлектриков. Особенности поляризации твердых диэлектриков. Пьезоэлектричество и пьезоэлектрики. Пирозэлектрики и электреты. Сегнетоэлектрики.	2	[1, 3, 4] 1. Лекция 8. 2. Материалы на электронных носителях.	1. Экспресс-тест «Вектор электрического смещения» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС
9.	Проводники в электростатическом поле.	2	[6], §16 №79,80,81,106. №82,84,85,86,90 Презентация материала темы. 2. Лекция 5. 3. Материалы на электронных носителях.	1. Экспресс-тест «Проводники в электрическом поле» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС 3. Письменный отчет с решениями не менее 5 задач.
10.	Емкость проводников. Конденсаторы.	4	[6], §16 №79,80,81,90,118 №112,113,116,120 1. Презентация материала темы. 2. Лекция 6. 3. Материалы на электронных носителях.	1. Экспресс-тест «Конденсаторы» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС. 3. Письменный отчет с решениями не менее 5 задач.
11	Электрическая энергия системы точечных зарядов. Энергия заряженных проводников. Энергия заряженного конденсатора. Энергия и плотность энергии электростатического поля.	2	[1, 3, 4] Презентация материала темы. Лекция 9.	1. Экспресс-тест «Энергия электростатического поля» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС 3. Рейтинговая контрольная работа

12.	Энергия электростатического поля	4	[6] §16 №147,150,153,159, 161,166* №148,149,152,160 Презентация материала темы. Лекция 9	1. Экспресс-тест «Энергия электроста- тического поля» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС 3.Письменный отчет с решениями не менее 5 задач.
13	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. Дифференциальная форма закона Джоуля-Ленца.	2	[1, 3, 4] 1. Презентация материала темы. 2.Лекция 10	1.Экспресс-тест «Законы Ома» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС
14	Постоянный электрический ток. Закон Ома.	2	[6] §17 №2,5,12,13,17,20,2 1,25,27,33,41. №1,4,8,14,23,24,28 ,29,34,36,38.	1.Экспресс-тест «Законы Ома» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС 3.Письменный отчет с решениями не менее 5 задач.
15	Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца.	2	[6] §17 №51,53,54,56,58,6 0,61,64,71 №50,52,55,57,59,6 1,72. Материалы на электронных носителях. Лекция 11	1.Экспресс-тест «Закон Джоуля- Ленца» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС 3.Письменный отчет с решениями не менее 5 задач.
16	Применение законов Ома и правил Кирхгофа для расчета электрических цепей.	2	[6] §17 №83,85,87,89. №84,85,86,88,89 Материалы на электронных носителях. Лекция 10,11	1.Экспресс-тест «Электрические цепи» 2. Письменный отчет с решениями не менее 5 задач. 3. Рейтинговая кон- трольная работа

17	<p>Исследования Манделъштама и Папалекси, Стюарта и Толмена. Объяснение законов Ома, Джоуля-Ленца и Видемана-Франца. Зависимость сопротивления металлов от температуры. Сверхпроводимость.</p> <p>Понятие о собственной и примесной электропроводности полупроводников</p> <p>Зависимость электропроводности полупроводников от температуры и освещенности.</p>	4	<p>[1, 3, 4]</p> <p>Материалы на электронных носителях. Лекция 12, 13</p>	<p>1. Экспресс-тест «Электропроводность металлов»</p> <p>2. Отчет о выполнении заданий по СРС</p>
18.	<p>Электрический ток в металлах и полупроводниках</p>	2	<p>[6] §18 №1,3,6,10,13,15,21,24,26.</p> <p>№2,5,12,14,18,22</p> <p>1. Материалы на электронных носителях. Лекция 12, 13</p>	<p>1. Экспресс-тест «Электропроводность полупроводников»</p> <p>2. Письменный отчет с решениями не менее 5 задач.</p>
19.	<p>Термоэлектрические явления.</p>	2	<p>[1, 3, 4]</p> <p>1. Материалы на электронных носителях. 2. Лекция 14</p>	<p>1. Экспресс-тест «Термоэлектрические явления»</p> <p>2. Отчет о выполнении заданий по СРС</p>
20.	<p>Контактные явления. Термо-эдс.</p>	2	<p>[6] §18 №22,24,26,28</p> <p>№25,26,28</p> <p>1. Материалы на электронных носителях. 2. Лекция 14</p>	<p>1. Опрос</p> <p>2. Отчет о выполнении заданий по СРС</p>
21	<p>Электролиты. Электролитическая диссоциация. Подвижность ионов. Закон Ома для электролитов. Электрохимические потенциалы. Гальванические элементы.</p> <p>Электролиз. Законы Фарадея, определение заряда электрона. Использование электролиза в технике.</p> <p>Ионизация газов и рекомбинация ионов. Несамостоятельные и самостоятельные газовые разряды. Вольтамперная характеристика несамостоятельного газового разряда.</p>	12	<p>[1, 3, 4]</p> <p>1. Материалы на электронных носителях. 2. Лекция 15,16</p> <p>1. Материалы на электронных носителях. 2. Лекция 17</p> <p>1. Материалы на электронных носителях. 2. Лекция 18</p>	<p>1. Экспресс-тест «Электролиты»</p> <p>2. Отчет о выполнении заданий по СРС</p> <p>1. Экспресс-тест «Электролиз»</p> <p>2. Отчет о выполнении заданий по СРС</p> <p>1. Экспресс-тест «Газовый разряд».</p> <p>2. Экспресс-тест «Электрический ток в газах»</p> <p>3. Отчет о выполнении заданий по СРС</p>

	<p>Электрический ток в вакууме. Термоэлектронная эмиссия.</p> <p>Виды самостоятельных газовых разрядов (тлеющий, дуговой, искровой, коронный). Понятие о плазме. Использование газовых разрядов в технике. Катодные лучи. Электронные лампы (диод и триод) и их использование.</p> <p>Электрический ток в газах и в вакууме. Электронные лампы.</p>		<p>[6] §18</p> <p>№43,47,48,49. №45,46,52.</p>	
22	<p>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.</p>	2	<p>[1, 3, 4]</p> <p>1. Презентация материала темы. 2. Лекция 19</p>	<p>1. Экспресс-тест «Магнитное поле» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС</p>
23	<p>Магнитное поле постоянного тока</p>	2	<p>[6] §19 № 2,4,69,10,11, 15,19.</p> <p>№ 1,5,8,16.</p> <p>1. Материалы на электронных носителях. 2. Лекция 20</p>	<p>1. Экспресс-тест «Магнитное поле» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС 3. Письменный отчет с решениями не менее 5 задач.</p>
24	<p>Действие магнитного поля на проводник с током.</p>	2	<p>[6] §19 № 26,28,31. № 25,27,29,30.</p> <p>1. Материалы на электронных носителях. 2. Лекция 20</p>	<p>1. Экспресс-тест «Сила Ампера» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС 3. Письменный отчет с решениями не менее 5 задач.</p>
25.	<p>Движение зарядов в магнитном поле. Сила Лоренца. Эффект Холла.</p>	2	<p>[6] §19 №35,37,38,39. №32,33,34,36,40.</p> <p>1. Материалы на электронных носителях. 2. Лекция 20</p>	<p>1. Экспресс-тест «Сила Лоренца» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС 3. Письменный отчет с решениями не менее 5 задач.</p>
26.	<p>Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле. Электромагнитная индукция. Индуктивность.</p>	4	<p>[6] §20 № 2,3,7,8,10,17, № 4,6,9,18,20.</p> <p>1. Материалы на электронных носителях.</p>	<p>1. Экспресс-тест «Электро-магнитная индукция» 2. Письменный отчет с решениями не менее 5 задач.</p>

27	Энергия магнитного поля	2	[6] §20 № 26,28,32. № 27,29,33. 1. Материалы на электронных носителях. Лекция 22	1. Экспресс-тест «Энергия магнитного поля» 2. Письменный отчет с решениями не менее 5 задач. 3. Рейтинговая контрольная работа
28	Парамагнетизм. Ферромагнетика. Магнитный гистерезис. Домены. Зависимость ферромагнитных свойств от температуры. Работы Столетова. Точка Кюри.	2	[1, 3, 4] 1. Презентация материала темы. 2. Материалы на электронных носителях. 4. Лекция 24	1. Экспресс-тест «Магнетика 2» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС
29.	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.	2	[1, 3, 4] 1. Материалы на электронных носителях. 2. Лекция 26	1. Экспресс-тест «Закон Ома для цепи переменного тока» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС
31	Мощность переменного тока. Проблемы передачи электроэнергии.	2	[1, 3, 4] 1. Материалы на электронных носителях. 2. Лекция 27	1. Экспресс-тест «Мощность переменного тока» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС
32	Квазистационарный ток. Закон Ома для цепи переменного тока. Резонанс.	2	[6] §22 №1,3,4,5,12,15,16. №2,4,11,13,14. 1. Материалы на электронных носителях. 2. Лекция 26	1. Экспресс-тест «Закон Ома для цепи переменного тока» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС
33.	Работа и мощность переменного тока.	2	[6] §22 №20,21. №18,19.	1. Экспресс-тест «Работа и мощность переменного тока» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС
34	Электромагнитный колебательный контур. Незатухающие колебания. Формула Томсона. Превращение энергии в колебательном контуре. Затухающие колебания. Вынужденные колебания в контуре. Резонанс. Резонанс в колебательном контуре.	2	1. Презентация материала темы. 2. Материалы на электронных носителях. 4. Лекция 28	1. Экспресс-тест «Колебательный контур» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС 3. Письменный отчет с решениями не менее 4 задач.
35	Обобщения Максвелла: вихревое электрическое поле и токи смещения. Опыты Роуланда и Эйхенвальда. Полная система уравнений Максвелла.	2	1. Презентация материала темы. 2. Материалы на электронных носителях. 3. Лекция 29	1. Экспресс-тест «Уравнения Максвелла» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС

36.	Плоские электромагнитные волны в вакууме, скорость их распространения. Излучение электромагнитных волн. Опыты Герца. Объемная плотность энергии электромагнитного поля. Вектор Умова–Пойнтинга. Изобретение радиосвязи Поповым. Принцип радиосвязи. Шкала электромагнитных волн.	2	1. Презентация материала темы. 2. Материалы на электронных носителях. 4. Лекция 30	1. Экспресс-тест «Электромагнитные волны» 2. Отчет о выполнении заданий по СРС
Итого		100		зачет

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

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

– фронтальный опрос на лекционных занятиях, направлен 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 и разделам учебной дисциплины, так и по учебной дисциплине в целом.

С целью текущего контроля предусматривается проведение нескольких рейтинговых контрольных работ.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ

1. Электростатическое поле в вакууме.
2. Электрические заряды и их свойства.
3. Взаимодействие электрических зарядов. Закон Кулона.
4. Электростатическое поле. Напряженность электростатического поля.
5. Принцип суперпозиции полей.
6. Графическое представление электростатических полей.
7. Поток вектора напряженности электростатического поля.
8. Теорема Остроградского-Гаусса
9. Работа сил электростатического поля при перемещении зарядов.
10. Потенциал электростатического поля.
11. Циркуляция вектора напряженности электрического поля.
12. Потенциал поля точечного заряда, системы зарядов.
13. Связь потенциала и напряженности поля.
14. Диполь во внешнем электростатическом поле.
15. Проводники в электростатическом поле.
16. Электростатическая индукция.
17. Емкость уединенного проводника.
18. Емкость конденсатора.
19. Плоский, сферический и цилиндрический конденсаторы.
20. Соединение конденсаторов.
21. Диэлектрики в электростатическом поле.
22. Поляризация диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость.
23. Поляризованность и ее связь с поверхностной плотностью связанных зарядов.
24. Теорема Остроградского-Гаусса для электростатического поля в диэлектриках.
25. Вектор электрического смещения.
26. Условия на границе двух диэлектриков.
27. Пьезоэлектричество и пьезоэлектрики.
28. Пироэлектрики и электреты.
29. Сегнетоэлектрики.
30. Энергия электростатического поля.
31. Энергия заряженных проводников.
32. Энергия и плотность энергии электростатического поля.
33. Постоянный электрический ток. Сила тока и плотность тока.
34. Электродвижущая сила (ЭДС).
35. Закон Ома для однородного участка цепи. Сопротивление проводника.
36. Дифференциальная форма закона Ома.
37. Закон Ома для неоднородного участка цепи и для замкнутой цепи.

38. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца.
39. Дифференциальная форма закона Джоуля-Ленца.
40. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа.
41. Классическая электронная теория электропроводности металлов.
42. Объяснение законов Ома, Джоуля-Ленца и Видемана-Франца.
43. Трудности классической электронной теории электропроводности.
44. Сверхпроводимость.
45. Собственная и примесная электропроводность полупроводников.
46. Зависимость электропроводности полупроводников от температуры.
47. Контактные явления в металлах и полупроводниках.
48. Работа выхода электрона из металла.
49. Термоэлектрические явления. Термо-ЭДС.
50. Электролиз. Законы Фарадея.
51. Электрический ток в газах и вакууме.
52. Несамостоятельные газовые разряды.
53. Виды самостоятельных газовых разрядов. Понятие о плазме.
54. Использование газовых разрядов в технике. Катодные лучи.
55. Электрический ток в вакууме. Термоэлектронная эмиссия.
56. Магнитное поле электрического тока.
57. Индукция магнитного поля.
58. Линии магнитной индукции. Магнитный поток.
59. Закон Био – Савара – Лапласа.
60. Циркуляция вектора магнитной индукции.
61. Вихревой характер магнитного поля.
62. Закон полного тока.
63. Действие магнитного поля на проводник с током. Сила Ампера.
64. Действие электрического и магнитного полей на движущиеся заряды.
Сила Лоренца.
65. Эффект Холла и его использование.
66. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца.
67. Электродвижущая сила индукции.
68. Вихревое электрическое поле. Токи Фуко. Скин-эффект.
69. Явление самоиндукции, индуктивность.
70. Взаимная индукция. Принцип действия трансформатора.
71. Энергия магнитного поля.
72. Магнитное поле в магнетиках.
73. Связь магнитной индукции и напряженности магнитного поля.
74. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Ферромагнетизм.
75. Получение переменной ЭДС.
76. Методы векторных диаграмм и комплексных амплитуд.
77. Активное сопротивление в цепи переменного тока.

78. Индуктивность в цепи переменного тока.
79. Емкость в цепи переменного тока.
80. Закон Ома для цепи переменного тока.
81. Резонанс в последовательной и параллельной цепях.
82. Мощность переменного тока.
83. Электромагнитный колебательный контур.
84. Формула Томсона.
85. Превращение энергии в колебательном контуре.
86. Полная система уравнений Максвелла.
87. Плоские электромагнитные волны в вакууме.
88. Излучение электромагнитных волн. опыты Герца.
89. Закон сохранения энергии электромагнитного поля, поток энергии.
90. Вектор Умова – Пойнтинга.
91. Изобретение радиосвязи Поповым. Шкала электромагнитных волн.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
по учебной дисциплине «Электричество и магнетизм»

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Математический анализ Аналитическая геометрия Высшая алгебра	Кафедра математики и методики преподавания математики	С содержанием данной учебной дисциплины согласуются, замечаний и предложений нет	Протокол № <u>4</u> от <u>29.11</u> 2023 г.
Статика, кинематика, динамика	Кафедра физики и методики преподавания физики	С содержанием данной учебной дисциплины согласуются, замечаний и предложений нет	Протокол № <u>4</u> от <u>29.11</u> 2023 г.

РЕЦЕНЗИЯ

на учебную программу учреждения образования
«Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка»
по учебной дисциплине «Электричество и магнетизм»
для специальности 6-05-0113-04 «Физико-математическое образование
(математика и физика; физика и информатика)»

Разработанная учебная программа учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка» по учебной дисциплине «Электричество и магнетизм» предназначена для подготовки специалистов с высшим образованием по специальности 6-05-0113-04 «Физико-математическое образование (математика и физика; физика и информатика)» и нацелена на обеспечение высокого уровня усвоения знаний и умений, а также активизацию креативной и познавательной деятельности и расширение профессиональной эрудиции будущих учителей физики.

Разработчиками учебной программы дисциплины «Электричество и магнетизм» являются профессор кафедры физики и методики преподавания физики БГПУ В.Р. Соболев и доцент кафедры физики и методики преподавания физики БГПУ В.М. Зеленкевич

Структура учебной программы дисциплины «Электричество и магнетизм», представленной на рецензию, соответствует требованиям к разработке рабочих программ.

В учебной программе представлены цели и задачи дисциплины, область применения программы. Четко сформулированы требования к результатам освоения дисциплины: компетенциям, приобретаемому практическому опыту, знаниям и умениям. Выявлен вклад дисциплины в формирование базовой профессиональной компетенции: осуществлять исследовательскую и экспериментальную деятельность при решении задач физической кинетики.

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

В тематическом плане программы дана тематика теоретических и практических занятий, приведены различные формы самостоятельной работы. Образовательные технологии обучения представлены по видам учебной работы (аудиторная и внеаудиторная), характеризуются как общепринятыми формами (лекции, практические и лабораторные занятия), так и

интерактивными формами, такими как просмотр видеофильмов и создание мультимедийных презентаций и т.п.

Учебно-методическое и информационное обеспечение содержит перечень основной и дополнительной литературы, Интернет-ресурсы.

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины осуществляется посредством стандартных форм и методов контроля.

Выводы рецензента:

- содержание и учебно-методическое обеспечение учебной программы по дисциплине «Электричество и магнетизм» соответствуют требованиям государственного образовательного стандарта высшего образования I ступени по специальности 6-05-0113-04 «Физико-математическое образование (математика и физика; физика и информатика)».

- учебная программа дисциплины «Электричество и магнетизм» может быть использована для методического обеспечения учебного процесса в рамках основной образовательной программы БГПУ имени Максима Танка по специальности 6-05-0113-04 «Физико-математическое образование (математика и физика; физика и информатика)».

Заведующий кафедрой естественнонаучных
и общепрофессиональных дисциплин
учреждения образования
«Белорусская государственная академия авиации»,
кандидат физико-математических наук,
доцент

А.И. Кириленко

Подпись удостоверяю

22.12. 2023 г.

Начальник отдела
Отдел организационно-правовой работы
Подпись: Г.В. Карменко
22.12.2023 г.

РЕЦЕНЗИЯ

на учебную программу учреждения образования
«Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка»

по учебной дисциплине «Электричество и магнетизм»
для специальности 6-05-01 13-04 «Физико-математическое образование
(математика и физика; физика и информатика)»

Разработанная учебная программа учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка» по учебной дисциплине «Электричество и магнетизм» предназначена для подготовки специалистов с высшим образованием по специальности 6-05-01 13-04 «Физико-математическое образование (математика и физика; физика и информатика)» и нацелена на формирование у будущих специалистов современных углубленных знаний об особенностях организации образовательного процесса при изучении физики.

Разработчиками учебной программы дисциплины «Электричество и магнетизм» являются профессор кафедры физики и методики преподавания физики БГПУ В.Р. Соболев и доцент кафедры физики и методики преподавания физики БГПУ В.М. Зеленкевич.

Структура учебной программы дисциплины «Электричество и магнетизм», представленной на рецензию, соответствует требованиям к разработке рабочих программ.

Цели и задачи освоения учебной программы дисциплины соотнесены с общими целями основной образовательной программы: формирование профессиональных компетенций учителя физики и овладение прочными навыками их использования для решения теоретических и практических задач; формирование у студентов навыков грамотного изложения теоретического материала, умения решать физические задачи и анализировать полученные результаты; формирование у студентов измерительных умений в ходе выполнения лабораторных работ и умений анализа и интерпретации полученных результатов; развитие навыков самостоятельной работы со специальной литературой, умения самостоятельно ориентироваться в методических изданиях, интернет-ресурсах и т.д.

Определена связь дисциплины «Электричество и магнетизм» с другими дисциплинами учебного плана: «Математический анализ», «Аналитическая геометрия», «Высшая алгебра».

Выявлен вклад дисциплины в формирование базовой профессиональной компетенции: осуществлять исследовательскую и экспериментальную деятельность при решении задач физической кинетики.

Программа сформирована последовательно, логически верно, что позволяет обеспечить высокий уровень усвоения знаний и умений, а также активизацию креативной и познавательной деятельности и расширение профессиональной эрудиции будущих учителей физики.

Указаны различные формы учебной работы (лекции, семинары, практические занятия), а также виды самостоятельной работы студента с расчетом часов по каждому виду учебной деятельности. Учебно-методическое обеспечение дисциплины включает списки основной и дополнительной литературы за последние 10 лет, учитывает электронно-библиотечные и Интернет-ресурсы, содержит методические рекомендации преподавателям и студентам. Фонд оценочных средств позволяет в полной мере осуществить контроль и оценку результатов обучения, освоенных знаний, умений и навыков в объеме общекультурных и профессиональных компетенций.

Выводы:

- содержание и учебно-методическое обеспечение учебной программы по дисциплине «Электричество и магнетизм» соответствуют требованиям государственного образовательного стандарта высшего образования I ступени по специальности 6-05-0113-04 «Физико-математическое образование (математика и физика; физика и информатика)».

- учебная программа дисциплины «Электричество и магнетизм» может быть использована для методического обеспечения учебного процесса в рамках основной образовательной программы БГПУ имени Максима Танка по специальности 6-05-0113-04 «Физико-математическое образование (математика и физика; физика и информатика)».

Учебная программа «Электричество и магнетизм» рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры общей и теоретической физики Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина (протокол № 4 от 15.12.2023).

Заведующий кафедрой общей
и теоретической физики
учреждения образования
«Брестский государственный университет
имени А.С. Пушкина»,
кандидат физико-математических наук,
доцент


А.В. Демидчик

