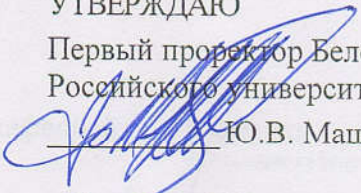


Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-
Российского университета

 Ю.В. Машин

13.06. 2023

Регистрационный № УД- 120304/Б.1.0.7/р

ФИЗИКА

(наименование дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки: **12.03.04** БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Направленность (профиль): Биотехнические и медицинские аппараты и системы

Квалификация (степень): бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	1, 2
Семестр	2, 3
Лекции, часы	68
Практические занятия, часы	32
Лабораторные занятия, часы	50
Экзамен, семестр	2, 3
Контактная работа по учебным занятиям, часы	150
Самостоятельная работа, часы	210
Всего часов / зачетных единиц	360/10

Кафедра – разработчик программы: «Физика»

Составитель: А.В. Хомченко, д-р физ.-мат. наук, доцент

Могилев 2023

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии -бакалавриат, утвержденным приказом № 950 от 19.09.2017, учебным планом рег. № 120304-2.1, утвержденным 28.04.2023.

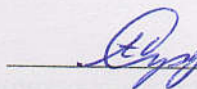
Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой Физика
(название кафедры)
« 27 » апреля 2023 г., протокол № 9.

Заведующий кафедрой

 А.В. Хомченко

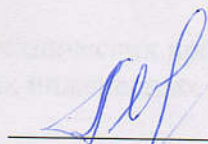
Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом
Белорусско-Российского университета
«21» июня 2023 г., протокол № 6

Зам. председателя
Научно-методического совета

 С.А. Сухоцкий

Рецензент: Юревич Владимир Антонович, профессор УО «БГУТ», доктор физико-математических наук, профессор.

Рабочая программа согласована:
Заведующий кафедрой «Физические
методы контроля»

 С.С. Сергеев

Ведущий библиотекарь

 Е.Н. Киселев

Начальник учебно-методического
отдела

 О. Е. Печковская

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель учебной дисциплины

Целью дисциплины является формирование фундаментальных знаний у студентов о физической сущности явлений и процессов в устройствах различной физической природы, принципах применения физических моделей и методов для выбора эффективных решений при решении организационно-технических задач, а также формированию научного мировоззрения, навыков владения основными приемами и методами решения прикладных проблем, ознакомлению с историей и основными направлениями и тенденциями развития физики.

1.2. Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен **знать:**

- основные законы и теории классической и современной физической науки, а также границы их применимости;
- методы измерения физических характеристик веществ и полей;
- физические основы методов исследования вещества;
- принципы экспериментального и теоретического изучения физических явлений и процессов;

уметь:

- применять законы физики для решения прикладных инженерных задач;
- использовать основные измерительные приборы при экспериментальном изучении физических и технологических процессов;
- обрабатывать и анализировать результаты экспериментальных измерений физических величин;

владеть:

- методами физического моделирования технических процессов;
- методами анализа и решения прикладных инженерных задач.

1.3. Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина относится к блоку 1 «Дисциплины (модули)» (Обязательная часть Блока 1).

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- математика.

Перечень учебных дисциплин (циклов дисциплин), которые будут опираться на данную дисциплину: Общая электротехника; Биофизические основы живых систем; Математическое моделирование физических процессов; Теория физических полей.

Кроме того, результаты, полученные при изучении дисциплины на практических занятиях, будут использоваться при прохождении первой и второй производственно-технологической и преддипломной практики, а также при подготовке выпускной квалификационной работы.

1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы

	математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем.
--	--

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

2.1 Содержание учебной дисциплины

Номер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
Раздел 1. Физические основы механики			
1.	Элементы кинематики поступательного и вращательного движения материальной точки	Элементы кинематики материальной точки. Система отсчета. Радиус-вектор. Скорость и ускорение как производные радиус-вектора по времени. Уравнения движения. Одномерное движение. Криволинейное движение. Нормальное и тангенциальное ускорения. Элементы кинематики вращательного движения: угловая скорость и угловое ускорение, их связь с линейными скоростями и ускорениями.	УК-1, ОПК-1
2.	Динамика материальной точки.	Основная задача динамики. Представления о свойствах пространства и времени, лежащие в основе классической (ньютоновской) механики. Первый закон Ньютона и понятие инерциальной системы отсчета. Второй закон Ньютона, как уравнение движения. Масса и импульс. Сила, как производная импульса. Третий закон Ньютона. Закон динамики движения механической системы. Центр масс (центр инерции) механической системы и закон его движения. Закон сохранения импульса механической системы.	УК-1, ОПК-1
3.	Законы сохранения в механике	Работа силы и ее выражение через криволинейный интеграл. Кинетическая энергия материальной точки и механической системы и ее связь с работой сил, приложенных к системе. Потенциальная энергия материальной точки во внешнем силовом поле и ее связь с силой, действующей на материальную точку. Закон сохранения энергии в механике. Общефизический закон сохранения энергии.	УК-1, ОПК-1
4.	Динамика твердого тела.	Момент силы и момент импульса материальной точки и механической системы. Момент инерции материальной точки и механической системы. Момент инерции тела относительно неподвижной оси. Теорема Штейнера. Основной закон динамики вращения относительно неподвижной оси. Работа при вращательном движении. Кинетическая энергия вращающегося тела. Закон сохранения момента импульса. Гироскоп	УК-1, ОПК-1

Раздел 2. Основы молекулярной физики и термодинамики			
5.	Основы молекулярно-кинетической теории идеальных газов	Макросистема и макропараметры. Равновесное состояние. Принцип детального равновесия. Статистический метод исследования. Уравнение состояния. Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа. Уравнение МКТ для давления идеального газа и его сравнение с уравнением Клапейрона-Менделеева. Средняя кинетическая энергия молекул. Молекулярно-кинетическое толкование абсолютной температуры. Число степеней свободы. Внутренняя энергия идеального газа. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы.	УК-1, ОПК-1
6.	Элементы классической статистики.	Закон Максвелла для распределения молекул идеального газа по скоростям их теплового движения. Газ в потенциальном поле. Распределение Больцмана.	УК-1, ОПК-1
7.	Явления переноса.	Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул. Вакуум. Явления переноса в термодинамически неравновесной системе. Опытные законы диффузии, теплопроводности и внутреннего трения	УК-1, ОПК-1
8.	Первое начало термодинамики	Термодинамическая система и термодинамические параметры. Термодинамический метод исследования. Равновесный процесс. Обратимый и необратимый процессы. Изопроцессы и их изображение на термодинамических диаграммах. Адиабатный процесс. уравнение адиабаты. Работа газа при изменении его объема. Количество теплоты. Способы изменения внутренней энергии. Первое начало термодинамики и его применение к изопроцессам. Теплоемкость. Удельная и молярная теплоемкости. Зависимость теплоемкости идеального газа от вида процесса.	УК-1, ОПК-1
9.	Круговые процессы.	Круговые процессы (циклы). Тепловые двигатели и холодильные машины. Цикл Карно и его КПД для идеального газа. Независимость цикла Карно от природы рабочего тела.	УК-1, ОПК-1
10.	Второе начало термодинамики. Понятие энтропии.	Второе начало термодинамики. Энтропия. Принцип возрастания энтропии.	УК-1, ОПК-1
11.	Реальные газы. Фазовые переходы	Силы и потенциальная энергия межмолекулярного взаимодействия. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса и их анализ. Критическая точка. Сравнение изотерм Ван-дер-Ваальса с экспериментальными. Понятие фазы и фазового превращения. Фазовые переходы первого и второго рода. Диаграмма состояния. Тройная точка. Внутренняя энергия реальных газов.	УК-1, ОПК-1
Раздел 3. Электричество			

12.	Электростатическое поле в вакууме	Электрический заряд. Закон сохранения заряда. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Работа по перемещению заряда в электростатическом поле. Связь потенциала с напряженностью электростатического поля. Напряженность как градиент потенциала. Принцип суперпозиции электростатических полей.	УК-1, ОПК-1
13.	Электростатическая теорема Гаусса	Поток вектора напряженности электрического поля. Электростатическая теорема Гаусса для электрического поля в вакууме. Применение теоремы Гаусса для расчета электростатических полей.	УК-1, ОПК-1
14.	Электрическое поле в веществе	Свободные и связанные заряды в диэлектриках. Полярные и неполярные молекулы. Типы диэлектриков. Электронная и ориентационная поляризация. Вектор поляризации. Диэлектрическая восприимчивость вещества. Теорема Гаусса для электрического поля в диэлектрике. Электрическое смещение. Диэлектрическая проницаемость среды.	УК-1, ОПК-1
15.	Проводники в электрическом поле. Емкость. Энергия электростатического поля.	Проводники в электрическом поле. Поле внутри проводника и у его поверхности. Электростатическая защита. Емкость уединенного проводника. Взаимная емкость двух проводников. Конденсаторы. Энергия заряженных уединенного проводника конденсатора и системы проводников. Энергия электростатического поля. Объемная плотность энергии электростатического поля.	УК-1, ОПК-1
16.	Постоянный электрический ток. Законы Ома и Джоуля-Ленца в дифференциальной интегральной формах.	Постоянный электрический ток, его характеристики и условия существования. Классическая электронная теория электропроводимости металлов и ее опытное обоснование. Плотность тока по КЭТ. Вывод законов Ома и Джоуля-Ленца в дифференциальной форме из электронных представлений. Затруднения классической теории электропроводимости металлов. ЭДС. Однородный и неоднородный участки эл. цепи. Вывод обобщенного закона Ома в интегральной форме. Разность потенциалов, электродвижущая сила, напряжение. Границы применимости закона Ома.	УК-1, ОПК-1
17.	Электрический ток в газе.	Работа выхода электрона из металла. Термоэлектронная эмиссия. Электрический ток в вакууме. Законы, описывающие электрический ток в вакууме. Электрический ток в газе, ВАХ газового разряда. Самостоятельный и несамостоятельный газовые разряды. Типы газовых разрядов. Понятие о плазме.	УК-1, ОПК-1
Раздел 4. Магнетизм			
18.	Магнитное поле постоянного тока в вакууме	Магнитное поле, магнитная индукция. Закон Био-Савара-Лапласа и его применение к расчету магнитного поля. Магнитный момент витка с током. Действие магнитного поля на проводник с	УК-1, ОПК-1

		током, закон Ампера. Контур с током в магнитном поле. Определение силы тока I_A . Движение заряженных частиц в магнитном поле. Сила Лоренца. Отклонение движущихся частиц электрическими и магнитными полями. Принцип действия циклических ускорителей заряженных частиц. Эффект Холла.	
19.	Магнитное поле постоянного тока. Закон полного тока для магнитного поля в вакууме.	Магнитный момент витка с током. Закон полного тока для магнитного поля в вакууме и его применение к расчету поля простейших систем. Теорема Гаусса для магнитного поля. Вихревой характер магнитного поля. Работа перемещения проводника с током в магнитном поле, рамки с током в магнитном поле.	УК-1, ОПК-1
20.	Электромагнитная индукция. Энергия магнитного поля.	Явление электромагнитной индукции (опыты Фарадея). Правило Ленца. Закон электромагнитной индукции. Индуктивность. Явление самоиндукции. Токи при замыкании и размыкании цепи. Объемная плотность энергии магнитного поля.	УК-1, ОПК-1
21.	Магнитные свойства вещества. Закон полного тока для магнитного поля в веществе.	Магнитное поле в веществе. Микро- и макро токи. Магнитные моменты атомов. Типы магнетиков. Намагниченность. Магнитная восприимчивость вещества. Закон полного тока для магнитного поля в веществе. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость среды.	УК-1, ОПК-1
22.	Магнитное поле в веществе. Диа- и парамагнетизм. Ферромагнетизм. Основы теории Максвелла для электромагнитного поля	Ферромагнетики и их основные свойства. Опыт Столетова. Основная кривая намагничивания ферромагнетика. Магнитный гистерезис. Точка Кюри. Доменная структура ферромагнетиков. Основы теории Максвелла для электромагнитного поля. Ток смещения. Закон полного тока для магнитного поля по Максвеллу. Уравнения Максвелла в интегральной форме для электромагнитного поля.	УК-1, ОПК-1
Раздел 5. Колебания и волны			
23.	Гармонические колебания и их сложение	Гармонические колебания и их характеристики. Кинематическое уравнение гармонических колебаний. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний и его решение. Пружинный, математический и физический маятники. Электрический колебательный контур. Энергия гармонических колебаний. Сложение гармонических колебаний одного направления и одинаковой частоты. Биения. Уравнение биений и его анализ.	УК-1, ОПК-1
24.	Затухающие и вынужденные колебания	Затухающие колебания. Дифференциальное уравнение затухающих колебаний и его решение. Коэффициент затухания и логарифмический декремент. Аперидический процесс. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний и его решение. Амплитуда и фаза вынужденных	УК-1, ОПК-1

		колебаний. Случай резонанса. Резонансные кривые. Резонансная частота.	
25.	Волны и их характеристики	Волновые процессы. Механизм образования механических волн в упругой среде. Продольные и поперечные волны. Синусоидальная (гармоническая) волна. Уравнение бегущей волны. Длина волны и волновое число. Волновая поверхность. Плоская волна. Фазовая скорость и дисперсия волн. Энергия волны. Одномерное волновое уравнение. Принцип суперпозиции волн. Когерентность. Интерференция гармонических волн. Стоячая волна. Уравнение стоячей волны и его анализ. Уравнение электромагнитной волны. Основные свойства электромагнитных волн. Монохроматическая волна. Энергия электромагнитных волн. Поток энергии. Вектор Умова-Пойнтинга.	УК-1, ОПК-1
Раздел 6. Оптика. Квантовая природа излучения			
26.	Интерференция света	Монохроматичность и когерентность световых волн. Время и длина когерентности. Интерференция света. Расчет интерференционной картины от двух когерентных источников. Оптическая разность хода. Интерференция в тонких пленках. Практические применения интерференции. Интерферометры.	УК-1, ОПК-1
27.	Дифракция света	Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске. Дифракция Фраунгофера на одной щели и на дифракционной решетке. Решетка как спектральный прибор. Разрешающая способность оптических приборов. Дифракция на пространственной решетке. Формула Вульфа-Бреггов. Понятие о рентгенографическом анализе.	УК-1, ОПК-1
28.	Взаимодействие света с веществом	Дисперсия света. Области нормальной и аномальной дисперсии. Естественный и поляризованный свет. Поляризация света при отражении. Закон Брюстера. Двойное лучепреломление. Одноосные кристаллы. Поляризационные призмы и поляроиды. Закон Малюса. Оптическая активность. Искусственная оптическая анизотропия	УК-1, ОПК-1
29.	Тепловое излучение	Тепловое излучение и его характеристики. Абсолютно черное тело. Законы Кирхгофа и Стефана-Больцмана. Распределение энергии в спектре абсолютно черного тела. Закон смещения Вина. Квантовая гипотеза и формула Планка. Оптическая пирометрия.	УК-1, ОПК-1
30.	Корпускулярно-волновой дуализм электромагнитного излучения	Энергия, масса и импульс фотона. Внешний фотоэффект и его законы. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Опыты Лебедева. Давление света. Эффект Комптона.	УК-1, ОПК-1
Раздел 7. Элементы квантовой физики атомов, молекул, твердых тел			
31.	Элементы квантовой механики	Гипотеза и формула де-Бройля. Опытное обоснование корпускулярно-волнового	УК-1, ОПК-1

		дуализма свойств вещества. Дифракция электронов. Соотношение неопределенностей, как проявление корпускулярно-волнового дуализма свойств материи. Волновая функция и ее статистический смысл. Стационарные состояния. Уравнение Шредингера для стационарных состояний. Свободная частица.	
32.	Примеры решения уравнения Шредингера	Частица в одномерной прямоугольной «потенциальной яме». Квантование энергии и импульса частицы. Влияние формы «потенциальной ямы» на квантование энергии частицы: линейный гармонический осциллятор, атом водорода. Главное, орбитальное и магнитное квантовые числа. Опыт Штерна и Герлаха. Спин электрона. Спиновое квантовое число. Фермионы и бозоны.	УК-1, ОПК-1
33.	Распределение электронов по уровням энергии в атоме. Спектры атомов и молекул. Лазер	Принцип Паули. Распределение электронов в атоме по состояниям. Понятие об энергетических уровнях молекул. Спектры атомов и молекул. Поглощение, спонтанное и вынужденное излучения. Принцип действия лазера.	УК-1, ОПК-1
34.	Элементы квантовой статистики	Фазовое пространство. Элементарная ячейка. Понятие о вырожденности квантовомеханической системы. Понятие о квантовой статистике Бозе-Эйнштейна. Фононы. Фононный газ. Теплоемкость кристаллической решетки при низких и высоких температурах. Электронный Ферми-газ в металлах. Понятие о квантовой статистике Ферми-Дирака. Распределение электронов проводимости в металле по энергиям при абсолютном нуле температуры. Уровень и энергия Ферми.	УК-1, ОПК-1
35.	Элементы зонной теории кристаллов	Энергетические зоны в кристаллах. Распределение электронов по энергетическим зонам. Валентная зона и зона проводимости. Металлы, диэлектрики и полупроводники. Сверхпроводимость. Магнитные свойства сверхпроводника. Квантово-механическое объяснение сверхпроводимости.	УК-1, ОПК-1
36.	Собственный и примесный полупроводник. Контактные явления.	Собственная проводимость полупроводников. Понятие о «дырках». Примесная проводимость полупроводников. Электронный и дырочный полупроводники. Контакт электронного и дырочного полупроводников, р-п-переход и его вольт-амперная характеристика.	УК-1, ОПК-1
Раздел 8. Элементы физики атомного ядра и элементарных частиц			
37.	Элементы физики атомного ядра. Радиоактивность.	Заряд, размер и масса атомного ядра. Массовое число и зарядовое число. Состав ядра. Нуклоны. Взаимодействие нуклонов и понятие о свойствах и природе ядерных сил. Дефект массы и энергия связи ядра. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Закономерности и происхождение альфа-, бета- и гамма-	УК-1, ОПК-1

		излучения атомных ядер.	
38.	Ядерные реакции. Ядерная энергетика. Элементы элементарных частиц. Ядерная физики	Ядерные реакции и законы сохранения. Реакция деления ядра. Цепная реакция деления. Понятие о ядерной энергетике. Ядерный реактор. Термоядерная реакция синтеза атомных ядер. Проблемы управляемого термоядерного синтеза. Элементарные частицы. Классификация и взаимная превращаемость элементарных частиц. Кварки.	УК-1, ОПК-1

2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

Второй семестр

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Практические занятия	Часы	Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
Модуль 1									
1	Тема 1. Элементы кинематики поступательного и вращательного движения материальной точки	2	Л.р. №1 Изучение законов поступательного движения на машине Атвуда	2			3	ЗИЗ	2
2	Тема 2 Динамика материальной точки.	2	Л.р. №2 Определение момента инерции ротора электродвигателя	2	Пр. №1 Кинематика поступательного и вращательного движения	2	4	ЗИЗ	2
3	Тема 3 Законы сохранения в механике	2	Л.р. №3 Изучение неупругого взаимодействия	2			4	ЗИЗ	2
4	Тема 4. Динамика твердого тела Основной закон динамики твердого тела.	2	Л.р. №4 Изучение закона динамики вращательного движения на приборе Обербека	2	Пр. №2 Динамика поступательного движения.	2	4	ЗИЗ КР	2 8
5	Тема 5. Основы молекулярно-кинетической теории идеальных газов	2	Л.р. №5 Определение момента инерции методом трифилярного подвеса				4		2
6	Тема 6 Элементы классической статистики.	2	Л.р. №6 Изучение консервативной механической системы	2	Пр. №3 Работа и энергия. Законы сохранения импульса и энергии		3	ЗИЗ	2
7	Тема 7. Явления переноса.	2	Л.р. №7 Тепловое расширение твердых тел	2		2	4	ЗИЗ	2
8	Тема 8. Первое начало термодинамики	2	Л.р. №8 Определение коэффициента внутреннего трения		Пр. №4 Динамика вращательного движения. Работа при вращении, закон сохранения момента импульса		3	ЗИЗ КР ПКУ	2 6 30
Модуль 2									
9	Тема 9. Круговые процессы.	2					3	ЗИЗ	2
10	Тема 10. Второе начало термодинамики. Понятие энтропии.	2	Л.р. № 9 Явление переноса в газе при его течении через капилляр	2	Пр. № 5 Молекулярно-кинетич. теория вещества. Газовые законы. Элементы	2	4	ЗИЗ	2

				классической статистики. Явления переноса.				
11	Тема 11. Реальные газы. Фазовые переходы.	2	Л.р. №11 Определение отношения теплоемкости C_p к C_v	2		3	ЗИЗ	2
12	Тема 12. Электростатическое поле в вакууме	2	Л.р. №12 Измерение ЭДС методом компенсации	2	Пр. № 6 Закон Кулона. Напряженность эл. поля. Принцип суперпозиции. Теорема Гаусса. Работа в эл. поле, потенциал.	4	ЗИЗ	2
13	Тема 13. Электростатическая теорема Гаусса		Л.р. №13 Изучение зависимости ϵ титаната бария от температуры или Л.р. №13а Изучение электронных выпрямителей			3	ЗИЗ	2
14	Тема 14. Электрическое поле в веществе	2	Л.р. №14 Определение энергии ионизации атомов аргона	2	Пр. № 7 Емкость. Конденсаторы. Энергия эл. поля.	3	ЗИЗ	2
15	Тема 15. Проводники в электрическом поле. Емкость. Энергия электростатического поля.	2	Л.р. № 15 Определение емкости конденсаторов с помощью электростатического вольтметра	2		4	ЗИЗ КР	2 12
16	Тема 16. Постоянный электрический ток. Законы Ома и Джоуля-Ленца в дифференциальной и интегральной формах.	2	Л.р. №16 Изучение зависимости сопротивления металлов от температуры	2	Пр. № 8 Электрический ток	4	ЗИЗ	2
17	17. Электрический ток в газе.		Л.р. №17 Изучение явления термоэлектронной эмиссии и определение работы выхода электрона			3	ЗИЗ ПКУ	2 30
18-20						36	ПА (экзамен)	40
Итого за 2-й семестр		34		34		16	96	100

Третий семестр

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Практические занятия	Часы	Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
Модуль 1									
1	Тема 18. Магнитное поле постоянного тока в вакууме	2			Пр. №9 Магнитное поле. 3-н Био-Савара-Лапласа. 3-н Ампера. Сила Лоренца.	2	4	ЗИЗ	2
2	Тема 19. Магнитное поле постоянного тока. Закон полного тока для магнитного поля в вакууме.	2	Л.р. №18 Экспериментальная проверка закона Био-Савара-Лапласа для кругового контура с током (или Определение	2			3	ЗИЗ	2

			горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли)					
3	Тема 20. Электромагнитная индукция. Энергия магнитного поля.	2		Пр. № 10 ЭДС индукции и самоиндукции. Энергия магнитного поля. Экстратоки	2	4	ЗИЗ	2
4	Тема 21. Магнитные свойства вещества. Закон полного тока для магнитного поля в веществе.		Л.р.№19 Определение удельного заряда электрона методом магнетрона (или Определение индуктивности и емкости конденсатора)	2		4		2
5	Тема 22. Магнитное поле в веществе. Диа- и парамагнетизм. Ферромагнетизм. Основы теории Максвелла для электромагнитного поля	2		Пр. № 10 Гармонические колебания и их характеристики. Энергия гармонических колебаний.	2	4	ЗИЗ КР	2 8
6	Тема 23. Гармонические колебания и их сложение	2	Л.р.№20 Определение точки Кюри ферромагнитных материалов (или Изучение законов колебания физического маятника)	2		3	ЗИЗ	2
7	Тема 24. Затухающие и вынужденные колебания	2		Пр. №11 Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. Переменный ток	2	3	ЗИЗ	2
8	Тема 25. Волны и их характеристики	2	Л.р.№21 Изучение связанных колебаний. Биения (или Резонанс напряжений)	2		4	ЗИЗ КР ПКУ	2 6 30
Модуль 2								
9	Тема 26. Интерференция света	2		Пр. №12 Волновые процессы Интерференция волн	2	4	ЗИЗ	2
10	Тема 27. Дифракция света	2	Л.р. №22 Изучение затухающих электромагнитных колебаний (или Определение длины волны с помощью стоячей волны).	2		6	ЗИЗ	2
11	Тема 28. Взаимодействие света с веществом	2		Пр. №13 Дифракция света	2	6	ЗИЗ	2
12	Тема 29. Тепловое излучение	2	Л.р. №23 Определение радиуса кривизны линзы с помощью колец Ньютона (или Интерферометр Майкельсона)	2		3	ЗИЗ	2

13	Тема 30. Корпускулярно-волновой дуализм электромагнитного излучения Тема 31. Элементы квантовой механики Тема 32. Примеры решения уравнения Шредингера	2		Пр. №14. Поляризация света. Закон Брюстера. Закон Малюса. Дисперсия света	2	6	ЗИЗ КР	2 6
14	Тема 33. Распределение электронов по уровням энергии в атоме. Спектры атомов и молекул. Лазер	2	Л.р. №24 Определение показателя преломления твердых тел и жидкостей (или Дифракция света на решетке)	2		6	ЗИЗ	2
15	Тема 34. Элементы квантовой статистики Тема 35. Элементы зонной теории кристаллов	2		Пр. №15 Тепловое излучение	2	6	ЗИЗ	2
16	Тема 36. Собственный и примесный полупроводник. Контактные явления.	2	Л.р. №25 Проверка закона Малюса (или Изучение закона Стефана-Больцмана, Изучение внешнего фотоэффекта)	2		6	ЗИЗ	2
17	Тема 37. Элементы физики атомного ядра. Радиоактивность. Тема 38. Ядерные реакции. Ядерная энергетика. Элементы физики элементарных частиц.	2		Пр. №16 Фотоэффект. Давление света. Корпускулярные свойства э/м излучения. Волновые свойства частиц. Соотношение неопределенностей.	2	6	ЗИЗ КР ПКУ	2 6 30
18-21						36	ПА (экзамен)	40
	Итого за 3-й семестр	34	16		16	114		100
	Итого	68	50		32	210		

Принятые обозначения:

-ЗИЗ:

- отчеты по аудиторным (домашним) практическим работам с их устной защитой.
- отчеты по лабораторным работам с их устной защитой;
- рефераты по разделам курса с их устной защитой.

КР – контрольная работа (практические занятия и теоретический раздел);

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости;

ТА – промежуточная аттестация;

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Экзамен, дифференцированный зачет

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

3. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия	Вид аудиторных занятий			Всего часов
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	
1	Традиционные	Темы 1, 2, 3, 5, 7, 10, 12, 13, 18, 20, 22, 23, 29, 30, 35, 36.	Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 16	Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 25.	112
2	Мультимедиа	Темы 4, 6, 8, 9, 11, 14, 15, 16, 17, 19, 21, 24, 34, 37, 38.			30
3	Проблемные / проблемно-ориентированные	Темы 21, 25		Темы 22, 24.	8
4	С использованием ЭВМ	Темы 31, 32			4
5	Расчетные		Темы 10, 11.		4
	ИТОГО	68	32	50	150

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Оценочные средства контроля знаний студентов входят в состав учебно-методического комплекса дисциплины и хранятся на кафедре. Оценочные средства по дисциплине «Физика» включают:

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Вопросы к экзаменам	2
2	Задания для контрольных работ	4
3	Билеты к экзаменам	2
4	Темы рефератов	1
5	Контрольные вопросы к практическим занятиям	2

5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ информации, применять системный подход для решения поставленных задач			
ИУК-1.2. Выявляет естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности и привлекает для их решения соответствующий физико-математический аппарат (Физика).			
1	Пороговый уровень	Студент понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновать некоторые выводы, допускает ошибки общего характера.	Выполнение заданий на практических занятиях. Выполнение лабораторных работ.
2	Продвинутый уровень	Студент глубоко понимает пройденный материал, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и	Самостоятельное решение физических задач на практических занятиях. Защита лабораторных работ.

		разъяснять их в логической последовательности.	
3	Высокий уровень	Студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, использует научную терминологию, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснять их в логической последовательности.	Решение экспериментальных задач на семинарских, лабораторных и практических занятиях.
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем			
ИОПК-1.8 Применяет знания законов физики, и принципов экспериментального и теоретического изучения физических процессов и явлений в инженерной деятельности (Физика).			
1	Пороговый уровень	Студент способен выявить естественнонаучную сущность изучаемых проблем, но не может выбрать соответствующий физико-математический аппарат для описания проблем	Выполнение лабораторных работ.
2	Продвинутый уровень	Студент способен выявить естественнонаучную сущность изучаемых проблем, способен выбрать соответствующий физико-математический аппарат для описания проблем	Самостоятельное решение физических задач на практических занятиях. Защита лабораторных работ, написание рефератов
3	Высокий уровень	Студент способен выявить естественнонаучную сущность изучаемых проблем, знает существующие методы решения поставленных задач и знает, какой необходимо привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Решение экспериментальных задач на семинарских, лабораторных и практических занятиях, участие в СНИР

5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Общая оценка знаний, умений и навыков студентов заключается в анализе их работы при выполнении ими различных видов занятий. Так при кратком опросе студентов перед началом лекции по результатам предыдущей лекции оцениваются их знания в понимании ранее изложенного материала. При проведении студентами измерений во время лабораторных работ оценивается, насколько глубоко они овладели навыками работы с измерительными приборами, а при выполнении ими расчетных заданий при вызове к доске или самостоятельных работ оценивается их физико-математическая культура.

Результаты обучения	Оценочные средства*
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ информации, применять системный подход для решения поставленных задач	
Выполнение заданий на практических занятиях. Выполнение лабораторных работ.	Контрольные вопросы к практическим занятиям Требования к отчету по лабораторным работам
Самостоятельное решение физических задач на практических занятиях. Защита лабораторных работ.	Контрольная работа Требования к отчету по лабораторным работам
Решение экспериментальных задач на практических и лабораторных занятиях,	контрольная работа, лабораторная работа, участие в НТК

участие в СНИР.	
<i>ОПК-1</i>	
Решение заданий на практических занятиях	Контрольные вопросы к практическим занятиям, контрольная работа
Написание рефератов по разделу физики «Термодинамика».	Требования к содержанию реферата, защита рефератов
Проведение лабораторных экспериментов, защита лабораторных работ по разделам физики.	Требования к отчету по лабораторным работам

5.3 Критерии оценки практических работ

Практические занятия оцениваются по выполнению контрольных работ, которые выполняются по трем дидактическим единицам для каждого модуля. Каждая работа по одной дидактической единице включает 18 вопросов по теории, представляющих собой случайную выборку, и одну задачу.

Каждый правильный ответ на вопрос оценивается в 0,5 баллов. Задача оценивается от нуля до 2 баллов в зависимости от качества ее выполнения. Итоговая оценка получается простым суммированием с округлением до целого числа баллов в пользу студента.

5.4 Критерии оценки лабораторных работ

Каждая выполненная и защищенная лабораторная работа оцениваются в диапазоне от 2 до 3 баллов. При этом 1 балл начисляется за выполнение работы и 1 или 2 балла за оформление отчета и защиту работы в зависимости от качества оформления и уровня знаний студента по тематике работы. Если по окончании модуля лабораторная работа выполнена, но не защищена, то баллы по ней не начисляются и она попадает в разряд задолженности.

5.5 Критерии оценки экзамена

Экзамен или зачет проводится в два этапа. Первый этап включает в себя письменный ответ на вопросы, представляющих собой случайную выборку из вопросов выносимых на экзамен и одну задачу.

Каждый правильный ответ на вопрос оценивается в 1 балл. Задача оценивается от нуля до 2 баллов в зависимости от качества ее выполнения.

Второй этап заключается в краткой беседе со студентом по основополагающим вопросам курса, объединенных в 4 блока. Этот этап оценивается от 0 до 5 баллов по каждому блоку в соответствии со следующими требованиями.

- ♦ **5 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, использует научную терминологию, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснять их в логической последовательности, дает развернутый ответ на поставленный вопрос и четко отвечает на дополнительные вопросы.
- ♦ **4 балла** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности, в том числе и на дополнительные вопросы.
- ♦ **3 балла** – студент понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновать некоторые выводы, допускает ошибки общего характера.
- ♦ **2 балла** – студент отвечает в основном правильно на поставленный вопрос, но чувствуется механическое заучивание материала, отсутствует логическая последовательность при изложении ответа, не может ответить на дополнительные вопросы.
- ♦ **1 балл** – в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки

- ♦ **0 баллов** – студент имеет общее представление о вопросе, ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки, отсутствует техническая терминология, не может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов;

Итоговая оценка получается простым суммированием баллов за письменные ответы и ответы за беседу по всем разделам курса.

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы: решение индивидуальных задач во время проведения практических занятий под контролем преподавателя; подготовка рефератов, устных выступлений по заданной тематике; научно-исследовательская работа; подготовка к устной защите лабораторных работ по контрольным вопросам.

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов приведен в приложении и хранится на кафедре. Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

Критерии оценки: баллы за работу даются в размере от 0 до 10 баллов. Максимальный балл дается за правильный ход решения задач, подробность и правильность изложения теоретического материала, подготовку докладов на научные конференции.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Савельев, И. В. Курс общей физики: учеб. пособие: в 3 т. Т.2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика / И. В. Савельев. - 15-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2019. – 500 с	Рекомендовано Министерством образования РФ в качестве учебного пособия для студентов вузов	30
2	Савельев, И. В. Курс общей физики: учеб. пособие: в 3 т. Т.3: Квантовая оптика. Атомная физика / И. В. Савельев. - 13-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2019. - 320с	Рекомендовано Министерством образования РФ в качестве учебного пособия для студентов вузов	30

7.2 Дополнительная литература:

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Трофимова, Т.И. Курс физики: Учебное пособие для втузов / Т.И. Трофимова – М.: Изд. «Высшая школа», 2017.– 560с	Рекомендовано Министерством образования РФ в качестве учебного пособия	90
2	Трофимова, Т.И. Курс физики. Задачи и решения. Учебное пособие для втузов/Т.И. Трофимова, А.В. Фирсов.– М.: Изд. «Академия», 2004.–592с.	УМО по образованию в области мат. и инф. Мин-ва образования РФ в качестве УП для втузов	15
3	Савельев, И. В. Курс общей физики: учеб. пособие: в 3 т. Т.1 Механика / И. В. Савельев. - 15-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2019. - 432с	Рекомендовано Министерством образования РФ в качестве учебного пособия для студентов вузов	30
4	Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике. – М.: «АльянС», 2019. - 640с.	Рекомендовано Мин-вом образования РФ в кач-ве УП для втузов	10

5	Волькенштейн, В.С. Сборник задач по общему курсу физики. – М.: Изд. «Наука», 2003. – 328с	Рекомендовано Мин-вом образования РФ в кач-ве УП для втузов	50
6	Сена, Л.А. Единицы физических величин и их размерность. – М.: Наука, 1988. – 432 с.	Рекомендовано Мин-вом образования СССР в кач-ве УП для втузов	3

7.3 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению конкретных видов учебных занятий, а также методических материалов к используемым в учебном процессе техническим средствам

7.3.1 Методические рекомендации

1. Ляпин А.И., Пивоварова Е.В. Хомченко А.В. Физика. Лабораторный практикум по курсу физики для студентов всех специальностей и направлений подготовки дневной и заочной форм обучения. Магнитное поле. – Могилев: БРУ. 2023, 48 стр. (36 экз.).

2. Хомченко А.В., Ляпин А.И., Глущенко В.В., Манкевич Н.С. Физика. Лабораторный практикум по курсу физики для студентов всех специальностей и направлений подготовки дневной и заочной форм обучения. Колебания и волны – Могилев: БРУ 2023, 48 стр. (36 экз.).

3. Ляпин А.И., Пивоварова Е.В., Хомченко А.В., Шульга А.В. Физика. Лабораторный практикум по курсу физики для студентов всех специальностей и направлений подготовки дневной и заочной форм обучения. Оптика. Часть 1. – Могилев: БРУ. 2023, 48 стр. (36 экз.).

4. Манкевич Н.С., Чудаковский П.Я. Физика. Методические рекомендации к практическим занятиям для студентов всех специальностей и направлений подготовки очной и заочной форм обучения. Механика. Основы молекулярной физики и термодинамики. – Могилев: БРУ. 2023, 34 стр. (66 экз.).

5. Коваленко О.Е., Ляпин А.И., Шульга А.В., Пивоварова Е.В. Физика. Методические рекомендации к практическим занятиям для студентов всех специальностей и направлений подготовки очной и заочной форм обучения. Электростатика. Магнетизм. Колебания и волны. – Могилев: БРУ. 2023, 48 стр. (66 экз.).

6. Хомченко А.В., Коваленко О.Е., Пивоварова Е.В. Физика. Лабораторный практикум по курсу физики для студентов всех специальностей и направлений подготовки дневной и заочной форм обучения. Оптика. Часть 2. – Могилев: БРУ. 2023, 48 стр. (36 экз.).

7. Глущенко В.В., Манкевич Н.С., Ляпин А.И., Парашков С.О., Хомченко А.В. Физика. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов всех специальностей, обучающихся по белорусским и российским образовательным программам. Колебания и волны. Часть 1. – Могилев: БРУ. 2021, 48 стр. (30 экз.).

8. Манкевич Н.С., Ляпин А.И., Пивоварова Е.В., Хомченко А.В. Физика. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов всех специальностей, обучающихся по белорусским и российским образовательным программам. Электростатика, постоянный ток. Магнитное поле. – Могилев: БРУ. 2021, 48 стр. (30 экз.).

9. Парашков С.О., Пивоварова Е.В., Хомченко А.В., Шульга А.В. Физика. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов всех специальностей, обучающихся по белорусским и российским образовательным программам. Оптика. Часть 3. – Могилев: БРУ. 2021, 48 стр. (30 экз.).

10. Коваленко О.Е., Ляпин А.И., Пивоварова Е.В., Хомченко А.В. Физика. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов всех специальностей, обучающихся по белорусским и российским образовательным программам, дневной и заочной форм обучения. Механика. Часть 1. – Могилев: БРУ. 2021, 48 стр. (30 экз.).

11. Манкевич Н.С., Хомченко А.В., Чудаковский П.Я. Физика. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов всех специальностей, обучающихся по белорусским и российским образовательным программам, дневной и заочной форм обучения. Механика. Часть 3. – Могилев: БРУ. 2021, 48 стр. (30 экз.).

12. Хомченко А.В., Манкевич Н.С., Шульга А.В. Физика Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов всех специальностей, обучающихся по российским и

белорусским образовательным программам. Механика. Часть 2. – Могилев: БРУ. 2020, 40 стр. (100 экз.).

13. Хомченко А.В., Коваленко О. Е., Ляпин А. И., Пивоварова Е.В. Физика. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов всех специальностей, обучающихся по российским и белорусским образовательным программам. Электростатика и постоянный ток. – Могилев: 2020, 40 стр. (100 экз.).

14. Глушенко В.В., Коваленко О.Е., Манкевич Н.С. Физика. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов всех специальностей дневной и заочной форм обучения. Атомная и ядерная физика. – Могилев: БРУ. 2019, 48 стр. (100 экз.).

15. Хомченко А.В., Ляпин А. И., Чудаковский П.Я., Парашков С.О., Пивоварова Е.В. Физика. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов всех специальностей, и направлений подготовки дневной и заочной форм обучения. Молекулярная физика и термодинамика. – Могилев: БРУ. 2019, 44 стр. (115 экз.).

7.3.2 Информационные технологии

Лекции-презентации и мультимедийные лекции по разделам физики:

Темы 4, 6, 8, 9, 11, 14, 15, 16, 17, 19, 21, 24, 34 согласно п. 2.2.

7.3.3 Перечень программного обеспечения, используемого в учебном процессе.

Тестовые системы Moodle (свободно распространяемое), Интернет-тренажеры (лицензионное), Виртуальная лаборатория общей физики (лицензионное).

8 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспортах лабораторий рег. №:№:

- ПУЛ-4-103-303/2-22;
- ПУЛ-4-103-304/2-22;
- ПУЛ-4-103-305/2-22;
- ПУЛ-4-103-310/2-22;
- ПУЛ-4-103-301/7-22;
- ПУЛ-4-103-304/7-22.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

по учебной дисциплине **Физика**

направление подготовки **12.03.04 Биотехнические системы и технологии**

направленность (профиль) **Биотехнические и медицинские аппараты и системы**

на 2024 / 2025 учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание
1	Пункт 7.3.1 «Методические рекомендации» изложить в следующей редакции 7.3.1 «Методические рекомендации» 1. Хомченко А.В., Глущенко В.В., Манкевич Н.С., Пивоварова Е.В. Физика. Практикум по курсу физики. Подготовка к интернет-экзамену. Основные законы и уравнения. – Могилев: БРУ. 2024, 46 стр. (36 экз.). 2. Хомченко А.В., Глущенко В.В., Манкевич Н.С., Пивоварова Е.В. Физика. Практикум по курсу физики. Подготовка к интернет-экзамену. Варианты тестовых заданий. – Могилев: БРУ. 2024, 36 стр. (36 экз.). 3. Хомченко А.В., Чудаковский П.Я., Корнеева И.А. Физика. Лабораторный практикум по курсу физики для студентов всех специальностей и направлений подготовки дневной и заочной форм обучения. Молекулярная физика и термодинамика. Часть 1. – Могилев: БРУ. 2024, 32 стр. (36 экз.). 4. Глущенко В.В., Коваленко О.Е., Манкевич Н.С. Физика. Лабораторный практикум по курсу физики для студентов всех специальностей и направлений подготовки дневной и заочной форм обучения. Атомная и ядерная физика. – Могилев: БРУ. 2024, 44 стр. (36 экз.). 5. Хомченко А.В., Ляпин А. И., Чудаковский П.Я., Парашков С.О., Пивоварова Е.В. Физика. Лабораторный практикум по курсу физики для студентов всех специальностей и направлений подготовки дневной и заочной форм обучения. Молекулярная физика и термодинамика. Часть 2 – Могилев: БРУ. 2024, 44 стр. (36 экз.). 6. Ляпин А.И., Пивоварова Е.В. Хомченко А.В. Физика. Лабораторный практикум по курсу физики для студентов всех специальностей и направлений подготовки дневной и заочной форм обучения. Магнитное поле. – Могилев: БРУ. 2023, 48 стр. (36 экз.). 7. Хомченко А.В., Ляпин А.И., Глущенко В.В., Манкевич Н.С. Физика. Лабораторный практикум по курсу физики для студентов всех специальностей и направлений подготовки дневной и заочной форм обучения. Колебания и волны – Могилев: БРУ. 2023, 48 стр. (36 экз.). 8. Ляпин А.И., Пивоварова Е.В., Хомченко А.В., Шульга А.В. Физика. Лабораторный практикум по курсу физики для студентов всех специальностей и направлений подготовки дневной и заочной форм обучения. Оптика. Часть 1. – Могилев: БРУ. 2023, 48 стр. (36 экз.).	Переиздание методических указаний и рекомендаций Сводный план изданий на 2024 г. пр.№4 от 24.11.23

	9. Манкевич Н.С., Чудаковский П.Я. Физика. Методические рекомендации к практическим занятиям для студентов всех специальностей и направлений подготовки очной и заочной форм обучения. Механика. Основы молекулярной физики и термодинамики. – Могилев: БРУ. 2023, 34 стр. (66 экз.). 10. Коваленко О.Е., Ляпин А.И., Шульга А.В., Пивоварова Е.В. Физика. Методические рекомендации к практическим занятиям для студентов всех специальностей и направлений подготовки очной и заочной форм обучения. Электростатика. Магнетизм. Колебания и волны. – Могилев: БРУ. 2023, 48 стр. (66 экз.). 11. Хомченко А.В., Коваленко О.Е., Пивоварова Е.В. Физика. Лабораторный практикум по курсу физики для студентов всех специальностей и направлений подготовки дневной и заочной форм обучения. Оптика. Часть 2. – Могилев: БРУ. 2023, 48 стр. (36 экз.). 12. Глущенко В.В., Манкевич Н.С., Ляпин А.И., Парашков С.О., Хомченко А.В. Физика. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов всех специальностей, обучающихся по белорусским и российским образовательным программам. Колебания и волны. Часть 1. – Могилев: БРУ. 2021, 48 стр. (30 экз.). 13. Манкевич Н.С., Ляпин А.И., Пивоварова Е.В., Хомченко А.В. Физика. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов всех специальностей, обучающихся по белорусским и российским образовательным программам. Электростатика, постоянный ток. Магнитное поле. – Могилев: БРУ. 2021, 48 стр. (30 экз.). 14. Парашков С.О., Пивоварова Е.В., Хомченко А.В., Шульга А.В. Физика. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов всех специальностей, обучающихся по белорусским и российским образовательным программам. Оптика. Часть 3. – Могилев: БРУ. 2021, 48 стр. (30 экз.). 15. Коваленко О.Е., Ляпин А.И., Пивоварова Е.В., Хомченко А.В. Физика. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов всех специальностей, обучающихся по белорусским и российским образовательным программам, дневной и заочной форм обучения. Механика. Часть 1. – Могилев: БРУ. 2021, 48 стр. (30 экз.). 16. Манкевич Н.С., Хомченко А.В., Чудаковский П.Я. Физика. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов всех специальностей, обучающихся по белорусским и российским образовательным программам, дневной и заочной форм обучения. Механика. Часть 3. – Могилев: БРУ. 2021, 48 стр. (30 экз.). 17. Хомченко А.В., Манкевич Н.С., Шульга А.В., Физика Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов всех специальностей, обучающихся по российским и белорусским образовательным программам. Механика. Часть 2. – Могилев: БРУ. 2020, 40 стр. (100 экз.). 18. Хомченко А.В., Коваленко О. Е., Ляпин А. И.,	

	Пивоварова Е.В. Физика. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов всех специальностей, обучающихся по российским и белорусским образовательным программам. Электростатика и постоянный ток. – Могилев: 2020, 40 стр. (100 экз.).	
--	---	--

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
«Физические методы контроля»

(протокол № 8 от 07.03.2024)

Заведующий кафедрой

д-р ф.-м. наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

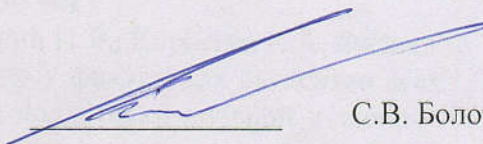


А.В. Хомченко

УТВЕРЖДАЮ

Декан электротехнического факультета

к.т.н., доцент
(ученая степень, ученое звание)



С.В. Болотов

29 03 2024

СОГЛАСОВАНО:

Ведущий библиотекарь



Р.Н. Киселева

Начальник учебно-методического
отдела



О.Е. Печковская