

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра физики

Рабочая программа модуля

ОБЩИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

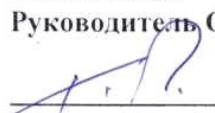
03.03.02 «Физика»

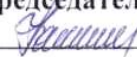
Направленность (профиль):
Физические исследования природных процессов

Уровень:
Бакалавриат

Форма обучения
Очная

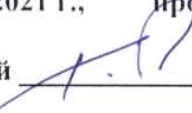
Согласовано
Руководитель ОПОП

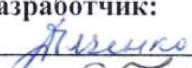
 Бобровский А.П.

Председатель УМС
 И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета
19 мая 2021 г., протокол № 8

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
13 апреля 2021 г., протокол № 8

Зав. кафедрой  Бобровский А.П.

Автор-разработчик:
 Дьяченко Н.В.
 Михтеева Е.Ю.

Санкт-Петербург 2021

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на ____/____ учебный
год без изменений*

Протокол заседания кафедры _____ от __.__.20__ №__

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на ____/____
учебный год с изменениями (см. лист изменений)**

Протокол заседания кафедры _____ от __.__.20__ №__

*Заполняется при ежегодном пересмотре программы, если в неё не внесены изменения

** Заполняется при ежегодном пересмотре программы, если в неё внесены изменения

1. Цель и задачи освоения учебного модуля

Цель учебного модуля «Общий физический практикум» – научить студентов применять теоретический материал к анализу конкретных физических ситуаций, экспериментально изучать основные закономерности физики, оценивать порядки изучаемых величин, определять точность и достоверность полученных результатов.

Задачи:

- ознакомление студентов с современной измерительной аппаратурой и физическими принципами её действия;
- обучение студентов проведению физического эксперимента и получению экспериментальных результатов
- обучение методам и способам обработки, анализа и представления экспериментальных результатов
- ознакомление студентов с основными элементами техники безопасности при проведении экспериментальных исследований.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Учебный модуль «Общий физический практикум» (Б1.О.18) для направления 03.03.02 – «Физика» является неотъемлемой частью курса «Общая физика», относится к Обязательной части Блока 1 Дисциплины (модули). Изучаются дисциплины модуля в 1, 2, 3 и 4 семестре, Параллельно с ним обучающиеся должны осваивать разделы модуля «Математика» и дисциплины «Химия», «Химическая термодинамика», «Экология».

Учебный модуль «Общий физический практикум» является основой для изучения дисциплин «Экспериментальные методы физики», «Методы и средства гидрометеорологических измерений», «Физико-химические методы и приборы контроля состояния окружающей среды», «Методы современного геофизического эксперимента», «Дистанционные методы исследования атмосферы и океана» и др.

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения модуля дисциплин направлен на формирование компетенций:

УК-8, ОПК-2

Таблица 1.

Общепрофессиональные компетенции

Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Результаты обучения
УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе	УК-8.4 Соблюдает правила техники безопасности в повседневной жизни и при выполнении работ в области профессиональной деятельности УК-8.5 Выявляет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; предлагает мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций	Знать: – Назначение и принципы действия важнейших физических приборов; – правила техники безопасности при проведении физического эксперимента Уметь: – работать с приборами и оборудованием современной физической лаборатории; – предотвращать чрезвычай-

и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов		ные ситуации при проведении физического эксперимента Владеть: – Навыками правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории;
ОПК-2. Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;	ОПК-2.1. Применяет разработанные методики для проведения физических исследований ОПК-2.2. Производит обработку экспериментальных данных и их представление в виде таблиц, графиков, диаграмм	Знать: – фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки; – методы обработки экспериментальных данных Уметь: – использовать различные методики физических измерений и обработки экспериментальных данных; – работать с виртуальными лабораторными установками; – оценивать достоверность полученного результата Владеть: – Навыками проведения самостоятельных оценок ожидаемых результатов предстоящего эксперимента – обработки и интерпретирования результатов эксперимента и их представления в виде таблиц, графиков, диаграмм;

4. Структура и содержание модуля дисциплин

4.1. Объем учебного модуля

Объем модуля составляет 8 зачётных единиц, 288 академических часов.

Таблица 2.

Объем модуля по видам учебных занятий в академических часах			
Объём дисциплины	Всего часов		
	Очная форма обучения	Очно-заочная форма обучения	Заочная форма обучения
Объем модуля	288	-	-
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	112		

в том числе:			
лекции	-	-	-
занятия семинарского типа:		-	-
лабораторные занятия	112	-	-
практические занятия	-	-	-
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	176	-	-
в том числе:			
курсовая работа		-	-
контрольная работа		-	-
Вид промежуточной аттестации	зачет (1, 2, 3,4 семестры)		

4.2. Структура учебного модуля

Таблица 3.

Структура дисциплины для очной формы обучения

№ п/п	Раздел и тема учебного модуля	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятель- ная работа сту- дентов, час.		Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лабо- ра- торные работы	Самост. работа			
1	Механика (практи- кум)	1	28	44	Собеседова- ние (колло- квиум), тест- лабораторная работа	УК-8 ОПК-2	УК-8.4 УК-8.5 ОПК-2.1 ОПК-2.1
2	Молекулярная фи- зика (практикум)	2	28	44	Собеседова- ние (колло- квиум), лабо- раторная ра- бота	УК-8 ОПК-2	УК-8.4 УК-8.5 ОПК-2.1 ОПК-2.1
3	Электричество и магнетизм. Оптика (практикум)	3	28	44	Собеседова- ние (колло- квиум), лабо- раторная ра- бота	УК-8 ОПК-2	УК-8.4 УК-8.5 ОПК-2.1 ОПК-2.1
4	Атомная физика. Физика атомного ядра и элементар- ных частиц (прак- тикум)	4	28	44	Собеседова- ние (колло- квиум), лабо- раторная ра- бота	УК-8 ОПК-2	УК-8.4 УК-8.5 ОПК-2.1 ОПК-2.1
	ИТОГО		112	176			

4.3. Содержание разделов/тем учебного модуля

Дисциплина 1. «Механика» (практикум)

Раздел 1 Методы обработки результатов измерений физических величин

Введение в теорию погрешностей

Прямые и косвенные измерения. Виды погрешностей. Доверительная погрешность и доверительная вероятность. Относительная погрешность. Правила вычислений. Округление погрешности и результата.

Погрешности прямых измерений

Случайные погрешности результатов многократных измерений. Систематические погрешности измерительных приборов. Суммарная доверительная погрешность. Выполнение и обработка результатов прямых измерений.

Погрешности косвенных измерений

Воспроизводимые косвенные измерения. Относительная погрешность результата косвенного измерения. Невоспроизводимые косвенные измерения. Обработка результатов косвенных измерений.

Графический анализ данных

Правила построения и оформления графиков. Графический анализ линейной зависимости. Метод наименьших квадратов. Графический анализ нелинейной зависимости.

Раздел 2. Физические основы механики

Тема 2.1 Кинематика и динамика материальной точки и твердого тела.

Движение в неинерциальных системах отсчета

Кинематика материальной точки и твердого тела

Механическое движение как простейшая форма движения материи. Кинематика поступательного движения. Основные понятия и величины кинематики: система отсчета, траектория, путь и вектор перемещения, скорость и ускорение, нормальное и тангенциальное ускорения. Уравнение движения материальной точки. Основная задача механики.

Кинематика вращательного движения. Элементы кинематики поступательного и вращательного движения абсолютно твердого тела. Угол поворота. Угловая скорость, угловое ускорение. Связь между угловыми и линейными характеристиками движения.

Динамика материальной точки и твердого тела

Динамика материальной точки. Понятия массы и силы. Понятие о фундаментальных взаимодействиях. Законы Ньютона. Силы в механике: сила упругости, сила трения, сила гравитации. Сила тяжести и вес тела. Импульс. Поступательное и вращательное движения твердого тела. Момент силы. Момент инерции и теорема Штейнера. Понятие момента импульса материальной точки. Понятие момента импульса твердого тела, вращающегося вокруг оси. Выражение момента импульса вращающегося тела через угловую скорость и момент инерции. Динамика (и кинематика) жидкостей и газов.

Законы сохранения в механике

Уравнения движения для системы материальных точек. Уравнение движения центра массы системы. Закон изменения и сохранения импульса системы. Реактивное движение. Уравнение движения тела переменной массы. Законы изменения и сохранения момента импульса. Закон сохранения момента импульса вращающегося тела. Гироскоп, гироскопический эффект.

Работа. Мощность. Кинетическая энергия. Связь между изменением кинетической энергии и работой силы. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия, ее связь с силой. Связь между силой и потенциальной энергией. Кинетическая энергия вращающегося тела. Закон изменения и сохранения энергии.

Дисциплина 2 «Молекулярная физика» (практикум)
Раздел 3. Молекулярная (статистическая) физика и термодинамика

Тема 3.1 Молекулярно-кинетическая теория идеального газа

Модель идеального газа. Сила и потенциальная энергия взаимодействия молекул. Молекулярно-кинетическая трактовка температуры и давления газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газа. Уравнение состояния идеального газа и смеси газов.

Распределение молекул по модулю скорости (распределение Максвелла). Функция Максвелла. Зависимость распределения Максвелла от рода газа и температуры. Средняя арифметическая, средняя квадратичная и наиболее вероятная скорости молекул. Распределение Максвелла-Больцмана.

Распределение молекул в поле внешней силы. Распределение концентрации молекул, плотности и давления газа в поле силы тяжести при постоянной температуре газа. Барометрическая формула.

Эффективное сечение молекул. Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега молекулы. Понятие физического вакуума.

Процессы переноса в газах. Процесс теплопроводности, уравнение теплопроводности. Процесс диффузии, уравнение диффузии. Внутреннее трение (вязкость), уравнение внутреннего трения. Вычисления коэффициентов теплопроводности, диффузии и вязкости газов, связь между коэффициентами.

Тема 3.2 Физические основы термодинамики

Внутренняя энергия идеального газа, ее зависимость от температуры и числа степеней свободы молекул. Закон о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Теплоемкость идеального газа. Уравнение Майера. Работа газа при изменении его объема. Первый закон термодинамики и его применение к изопроцессам.

Второй закон термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Круговые процессы. Цикл Карно. Тепловые двигатели. Коэффициент полезного действия тепловой машины. Понятие энтальпии. Понятие энтропии. Статистическая интерпретация второго начала. Связь между энтропией и термодинамической вероятностью состояния. Порядок и беспорядок в природе. Самоорганизация.

Тема 3.3 Реальный газ, жидкость, твердое состояние

Модель реального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Метастабильные состояния. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса.

Молекулярно-кинетические свойства жидкости. Поверхностное натяжение.

Молекулярное строение твердых тел.

Молекулярно-кинетическая картина испарения. Зависимость упругости насыщения от температуры. Понятие о формуле Клаузиуса-Клапейрона. Зависимость упругости насыщения от кривизны испаряющей поверхности. Зависимость упругости насыщения от концентрации раствора. Понятие о температурах конденсации: точке росы, точке конденсации, температуре смоченного термометра. Уравнение теплового баланса.

Равновесие между твердой и газообразной, между твердой и жидкой фазами. Общая диаграмма фазового равновесия.

Дисциплина 3. Электричество и магнетизм. Оптика (практикум)

Раздел 4. Электричество и магнетизм.

Тема 4.1 Электростатика

Электрический заряд. Закон сохранения и инвариантности электрического заряда. Квантование заряда. Закон Кулона. Природа электрического поля. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции полей. Графическое изображение полей. Поток напряженности, теорема Остроградского-Гаусса. Электростатические поля заряженных тел: бес-

конечно протяженной плоскости, плоского конденсатора, равномерно заряженного по объему шара, цилиндрического конденсатора. Циркуляция вектора напряженности электростатического поля. Работа сил электрического поля по перемещению заряда. Потенциал, разность потенциалов. Эквипотенциальные поверхности. Связь напряженности и потенциала.

Проводники в электрическом поле. Распределение зарядов на проводниках. Электрическое поле внутри проводника. Электростатическая защита. Электрическая емкость. Конденсаторы. Соединение конденсаторов в батареи.

Электрическое поле внутри диэлектрика. Поляризация диэлектриков и ее типы. Вектор поляризации. Диэлектрическая восприимчивость и диэлектрическая проницаемость среды. Связанные заряды на границах диэлектрика. Вектор электрического смещения. Сегнетоэлектрики. Энергия заряженного проводника и конденсатора. Энергия электрического поля, объемная плотность энергии.

Тема 4.2 Постоянный ток

Электрический ток как явление переноса заряда. Сила тока. Плотность тока. Уравнение непрерывности. Сторонние силы. ЭДС. Напряжение. Законы Ома и Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной форме. Закон Видемана-Франца. Затруднения классической теории проводимости. Правила Кирхгофа.

Теория Друде-Лоренца (классическая теория проводимости металлов). Работа выхода электронов из металла. Эмиссионные явления. Ток в вакууме. Ионизация газов. Несамостоятельный и самостоятельный разряд в газах. Вольтамперная характеристика газового разряда. Электрический ток в жидкостях.

Тема 4.3 Магнитное поле

Вектор магнитной индукции и вектор напряженности магнитного поля. Принцип суперпозиции магнитных полей. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле элемента проводника с током, прямого тока, кругового тока. Вихревой характер магнитного поля. Закон полного тока. Магнитное поле соленоида и тороида.

Силовое действие магнитного поля на заряды и проводники с током. Взаимодействие токов. Магнитный поток. Контур с током в магнитном поле. Магнитный момент контура с током. Работа перемещения проводника с током и контура в магнитном поле.

Движение заряженных частиц в электрическом поле. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Принцип действия линейных и циклических ускорителей заряженных частиц. Движение заряженных частиц в магнитном поле Земли. Полярные сияния. Эффект Холла.

Магнетизм микрочастиц. Магнитные моменты электронов и атомов. Типы магнетиков. Намагниченность. Магнитная восприимчивость и проницаемость. Магнитное поле в веществе (связь между векторами индукции, напряженности и намагниченности). Магнитная проницаемость диамагнетиков, парамагнетиков, ферромагнетиков. Магнитное упорядочение, домены. Коэрцитивная сила. Точка Кюри. Ферромагнетики и их свойства. Магнитный гистерезис.

Тема 4.4 Электромагнитное поле

Явление электромагнитной индукции. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца. Вихревые токи. Самоиндукция. Индуктивность. Индуктивность соленоида. Энергия и плотность энергии магнитного поля.

Основы теории Максвелла для электромагнитного поля. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Полная система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Электромагнитное поле. Значение теории Максвелла.

Раздел 5. Механические и электромагнитные колебания и волны

Тема 5.1 . Механические и электромагнитные колебания

Виды колебаний и их основные характеристики. Механические и электрические колебания. Гармонические колебания и их характеристики. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний. Гармонические осцилляторы: маятники, колебательный контур. Скорость и ускорение гармонического осциллятора. Энергия гармонических колебаний.

Сложение гармонических колебаний одинакового направления. Метод векторных диаграмм. Биения. Физический смысл спектрального разложения. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу.

Затухающие колебания. Дифференциальные уравнения колебаний при наличии силы трения, омического сопротивления. Коэффициент затухания, логарифмический декремент. Вынужденные колебания. Дифференциальное уравнение колебаний при наличии вынуждающей силы. Резонанс. Добротность. Использование резонанса в технике и методы борьбы с его вредными последствиями.

Переменный ток. Закон Ома для цепи переменного тока. Сопротивление цепи переменного тока. Мощность в цепи переменного тока. Векторные диаграммы тока и напряжений. Резонанс токов и напряжений.

Тема 5.2 Упругие и электромагнитные волны

Волновой процесс. Виды волн. Механические (упругие) волны. Уравнение плоской волны и ее характеристики: длина волны, волновой вектор, скорость. Волновое уравнение. Энергия упругой волны. Плотность потока энергии волны (вектор Умова). Интенсивность волны.

Акустические (звуковые) волны. Характеристики звуковых волн. Эффект Доплера. Сложение упругих волн. Интерференция волн. Стоячие волны.

Электромагнитные волны. Волновое уравнение электромагнитной волны. Плоская электромагнитная волна, ее свойства. Излучение и распространение электромагнитных волн. Энергия электромагнитных волн. Вектор Пойнтинга. Шкала электромагнитных волн. Эффект Доплера для электромагнитных волн. Красное смещение.

Дисциплина 4. Атомная физика.

Физика атомного ядра и элементарных частиц (практикум)

Раздел 6. Волновая оптика. Основы квантовой физики.

Тема 6.1 Волновая оптика

Интерференция света. Когерентность световых волн. Разность хода. Разность фаз. Опыт получения когерентных световых пучков. Интерференция света в тонких пленках. Клин. Кольца Ньютона.

Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция на одной щели. Дифракционная решетка. Разрешающая способность оптических приборов. Дифракция на объемной решетке (формула Вульфа-Бреггов).

Поляризация света. Естественный свет. Поляризованный свет. Поляризация при отражении. Закон Брюстера. Явление двойного лучепреломления. Закон Малюса.

Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсия.

Поглощение света. Закон Бугера-Ламберта-Беера. Рассеяние света.

Метод получения объемного изображения предметов, основанный на явлении интерференции и дифракции света. Голография.

Тема 6.2. Квантовая природа электромагнитного излучения.

Тепловое излучение

Тепловое излучение, его характеристики. Закон Кирхгофа. Абсолютно «черное» тело. Законы теплового излучения абсолютно «черного» тела. Закон Стефана-Больцмана. Закон спектрального смещения Вина. УФ-катастрофа. Квантование излучения. Формула Планка.

Квантовая природа электромагнитного излучения

Квантовая природа света. Энергия, масса, импульс фотона. Давление света. Фотоэлектрический эффект, его законы. Эффект Комптона. Корпускулярно-волновой дуализм электромагнитного излучения.

Тема 6.3 Элементы квантовой механики.

Корпускулярно-волновой дуализм материи. Волны де Бройля. Экспериментальное подтверждение волновой природы электронов. Опыты Девисона и Джермера. Эффект Вавилова-Черенкова.

Соотношение неопределенностей Гейзенберга для координат и импульса. Соотношение неопределенностей для энергии и времени.

Уравнение Шредингера. Движение свободной частицы. Волновая функция и ее физический смысл. Частица в прямоугольной потенциальной яме (одномерный случай). Квантовый гармонический осциллятор. Туннельный эффект.

Элементы квантовой электроники

Спонтанное и индуцированное излучение. Поглощение и усиление излучения веществом. Квантовые усилители и генераторы, их основные элементы, принцип работы. Типы лазеров и их основные параметры. Особенности лазерного излучения.

Раздел 7. Физика атома. Элементы ядерной физики и физики элементарных частиц

Тема 7.1 Физика атома.

Постулаты Бора. Экспериментальное подтверждение дискретности энергетических уровней. Опыт Франка и Герца. Модель атома водорода по Бору.

Строение атома. Квантово-механическое описание атома водорода. Квантовые числа. Спин электрона. Пространственное распределение электронной плотности в атоме водорода в различных состояниях. Энергетический и оптический спектры атома водорода.

Многоэлектронный атом. Заполнение электронных оболочек. Принцип Паули. Квантово-механическое обоснование периодичности химических свойств элементов. Рентгеновское излучение. Молекулярные спектры.

Тема 7.2 Элементы ядерной физики и физики элементарных частиц.

Состав ядра. Взаимодействие нуклонов и понятие об ядерных силах. Естественная радиоактивность. Энергия связи. Дефект массы. Капельная модель ядра. Закон радиоактивного смещения. Закон радиоактивного распада. Объяснение α -излучения, γ -излучения. Поле ядерных сил.

Реакции превращения нуклонов. Открытие протона. Открытие нейтрона. Открытие нейтрино. Объяснение β -излучения.

Ядерные реакции синтеза. Ядерные реакции деления. Цепная реакция деления урана.

Элементарные частицы. Их классификация. Виды взаимодействия элементарных частиц. Космические лучи. Мезоны. Частицы и античастицы. Образование и уничтожение электронно-позитронных пар. Кварки и глюоны.

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 4.

Содержание лабораторных занятий для очной и заочной формы обучения

№ п/п	№ дисциплины учебного модуля	Наименование лабораторных работ	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	1	101. Определение момента инерции кольца методом сравнения крутильных колебаний.	2	2
2	1	102. Изучение вращательного движения с помощью маятника Обербека.	2	2
3	1	103. Определение момента инерции физического маятника и проверка теоремы Штейнера.	2	2
4	1	104. Определение коэффициента жёсткости и модуля Юнга методом пружинного маятника	2	2
5	1	114. Исследование процесса соударения упругих тел	2	2
6	2	9. Определение отношения теплоемкостей газов методом адиабатического расширения (методом Клемана и Дезорма)	2	2
7	2	12. Определение удельной теплоты плавления льда и изменения энтропии в процессе плавления	2	2
8	2	13. Изучение зависимости температуры кипения воды от давления	2	2
9	2	14. Градуировка термопары по реперным точкам и определение коэффициента термоЭДС для данной пары металлов	2	2
10	2	15. Градуировка термопары по термометру и определение коэффициента термоЭДС для данной пары металлов	2	2
11	2	21. Определение коэффициентов линейного и объемного расширения поликристаллических тел при нагревании	2	2
12	2	125. Определение универсальной газовой постоянной методом электролиза	2	2
13	2	131. Определение скорости звука в воздухе резонансным методом	2	2
14	2	132. Определение отношения теплоемкости воздуха при постоянном давлении к его теплоемкости при постоянном объеме	2	2
15	2	143. Определение коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити	2	2
16	2	146. Определение коэффициента вязкости и диаметра молекулы воздуха капиллярным методом.	2	2
17	2	147. Определение коэффициента вязкости и диаметра молекулы газа	2	2
18	2	148. Определение коэффициента вязкости жидкости методом Стокса	2	2
19	2	152. Определение теплоты парообразования воды	2	2
20	2	153. Определение коэффициента взаимной диффузии воздуха и водяного пара	2	2
21	2	159. Определение коэффициента теплопроводности твердых тел с малой теплопроводностью.	2	2

№ п/п	№ дисциплины учебного модуля	Наименование лабораторных работ	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
22	2	160. Измерение коэффициента поверхностного натяжения воды и определение его температурной зависимости.	2	2
23	2	Определение «точки росы» при различной абсолютной влажности	2	2
24	2	Определение теплоты испарения жидкости по давлению насыщенных паров	2	2
25	2	Определение теплоёмкости твердого тела	2	2
26	2	Определение теплоёмкости газа методом проточного нагрева	2	2
27	2	Определение показателя адиабаты при адиабатическом расширении газа	2	2
28	2	Определение показателя адиабаты по скорости звука в воздухе	2	2
29	2	Определение теплопроводности газов методом нагретой нити	2	2
30	2	Определение теплопроводности твёрдого тела	2	2
31	3	Изучение цепей переменного тока.	2	2
32	3	Исследование ферромагнетиков.	2	2
33	3	Изучение разряда конденсатора.	2	2
34	3	Определение удельного заряда электрона методом магнетрона.	2	2
35	3	Экспериментальная проверка законов Кирхгофа.	2	2
36	3	Изучение цепи постоянного тока	2	2
37	3	Исследование термистора	2	2
38	3	Исследование полупроводникового выпрямителя	2	2
39	3	Исследование термоэлектронной эмиссии	2	2
40	3	Определение элементов магнитного поля Земли	2	2
41	3	Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли	2	2
42	3	Определение отношения C_p/C_v для воздуха с помощью явления звукового резонанса	2	2
43	3	Определение показателя преломления жидкости с помощью лабораторного интерферометра	2	2
44	3	Определение радиуса кривизны линзы с помощью колец Ньютона	2	2
45	3	Зависимость показателя преломления воздуха от давления	2	2
46	3	Определение преломляющего угла бипризмы Френеля	2	2
47	3	Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки	2	2
48	3	Определение показателя преломления призмы	2	2
49	3	Определение степени черноты вольфрама на основе закона Стефана–Больцмана	2	2
50	3	Определение концентрации сахара с помощью сахариметра	2	2

№ п/п	№ дисциплины учебного модуля	Наименование лабораторных работ	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
51	3	Закон Брюстера и закон Малюса	2	2
52	3	Магнитное вращение плоскости поляризации света (эффект Фарадея)	2	2
53	3	Фотоколориметрическое определение концентрации примесей тяжёлых металлов в воде	2	2
54	3	Исследование спектральной чувствительности фотосопротивления	2	2
55	4	Определение энергии γ -кванта радиоактивного излучения изотопа цезия-137	2	2
56	4	Определение энергии γ -кванта радиоактивного излучения изотопа кобальта-60.	2	2

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по учебному модулю

Самостоятельная работа студентов является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубления полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, зачету.

Самостоятельная работа предусматривает, как правило, выполнение допусков к лабораторным работам, вычислительных работ, графических заданий к лабораторным работам, подготовку к защите теории.

Работа с литературой предусматривает самостоятельное изучение теоретического материала и других творческих заданий.

При самостоятельной работе над разделами дисциплины, при выполнении практических работ, при подготовке к тестам, опросам и к промежуточному контролю студент должен изучить соответствующие разделы основной и вспомогательной литературы по дисциплине, а также использовать указанные в перечне интернет-ресурсы.

В процессе самостоятельной учебной деятельности формируются умения: анализировать свои познавательные возможности и планировать свою познавательную деятельность; работать с источниками информации: текстами, таблицами, схемами; анализировать полученную учебную информацию, делать выводы; анализировать и контролировать свои учебные действия; самостоятельно контролировать полученные знания.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале.

Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр – 100:

- максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля - 70;
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации - 30;

6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по дисциплинам представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в виде опросов по подготовке к лабораторной работе (допуск), в проверке отчета и сдаче теории лабораторной работы, а также в форме коллоквиума по методам обработки результатов измерений.

6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по модулю – **Зачет после изучения каждой дисциплины в 1, 2, 3 и 4 семестрах.**

Форма проведения зачета: устная защита теорий лабораторных работ

Перечень примерных вопросов для подготовки к зачету (защите теорий) по дисциплине Механика (практикум):

УК-8, ОПК-2

1. Сформулируйте основной закон динамики вращательного движения.
2. Как определяется величина и направление угловой скорости?
3. Как определяется момент инерции тела относительно оси вращения?
4. Сформулируйте теорему Штейнера.
5. Что такое гармонический колебательный процесс?
6. Как влияет коэффициент жесткости пружины на частоту колебаний пружинного маятника?
7. Дайте определение упругого и неупругого удара.
8. Запишите закон сохранения энергии и импульса в случае неупругого удара.
9. Тангенциальное, нормальное и полное ускорение при криволинейном движении, их взаимосвязь.
10. Угловое перемещение, угловая скорость, угловое ускорение при вращательном движении твердого тела.
11. Связь между величинами, характеризующими поступательное и вращательное движение. Характеристики равномерного вращения. Сложное поступательно-вращательное движение.
12. Понятие силы и массы. Законы Ньютона.
13. Закон всемирного тяготения. Сила тяжести и вес тела.
14. Сила упругости. Закон Гука. Силы трения.
15. Момент силы.
16. Момент инерции материальной точки и твёрдого тела. Момент инерции стержня, кольца, диска, шара. Теорема Штейнера.
17. Основное уравнение динамики вращательного движения.
18. Момент импульса.
19. Работа и энергия. Работа консервативной силы. Мощность.
20. Кинетическая энергия. Кинетическая энергия вращательного движения.
21. Дифференциальное уравнение собственных (незатухающих) колебаний груза на пружине. Его решение. Гармонический осциллятор. Маятники.
22. Скорость, ускорение, энергия гармонических колебаний.

Перечень практических заданий к зачету: нет

Перечень вопросов к зачету (защите теорий) по дисциплине «Молекулярная физика» (практикум)

УК-8, ОПК-2

1. В чем отличие механизма теплопереноса в твердом теле и в газе?
2. Чем отличается механизм теплопроводности изоляторов от металлов?
3. Что такое ламинарное и турбулентное течение жидкости?
4. В чем физический смысл числа Рейнольдса?
5. Какова природа сил внутреннего трения в жидкости?
6. Какие явления называются явлениями переноса?
7. Что называется длиной свободного пробега молекул?
8. Что называется эффективным диаметром молекулы?
9. Какое явление называется вязкостью жидкости?
10. Каков физический смысл универсальной газовой постоянной?
11. Первый закон термодинамики и его применение для изохорного и изобарного процессов в газах. Универсальная газовая постоянная. Уравнение Майера.
12. Первый закон термодинамики и его применение для изотермического и адиабатного процессов. Уравнение Пуассона.
13. Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул.
14. Теплопроводность. Уравнение Фурье. Коэффициент теплопроводности.
15. Внутреннее трение (вязкость) газов. Уравнение Ньютона. Коэффициент вязкости.
16. Диффузия. Уравнение Фика. Коэффициент диффузии.
17. Внутренняя энергия идеального газа. Число степеней свободы молекулы.

Перечень практических заданий к зачету: нет

Перечень вопросов к зачету (защите теорий) по дисциплине «Электричество и магнетизм. Оптика» (практикум)

УК-8, ОПК-2

1. Чем отличаются активное и реактивное сопротивления?
2. Как классифицируются магнетики?
3. Почему значение μ велико для ферромагнетиков?
4. В чём заключается явление ферромагнетизма?
5. Как формулируются законы Кирхгофа?
6. Как определить знак напряжения на участке цепи?
7. Какова физическая природа сторонних сил?
8. Что такое ЭДС?
9. Что такое ток короткого замыкания?
10. Чем отличается полная и полезная мощность?
11. Как определить знак ЭДС источника тока?
12. Какими признаками определяется различие электрических свойств металлов и диэлектриков по зонной теории?
13. Чем отличаются изоляторы и полупроводники по зонной теории?
14. Что называется энергией активации полупроводника?
15. Что такое собственная и примесная проводимость?
16. Что такое p-n-переход?

Перечень практических заданий к зачету: нет

Перечень вопросов к зачету (защите теорий) по дисциплине «Атомная физика. Физика атомного ядра и элементарных частиц» (практикум)

УК-8, ОПК-2

1. Что такое интерференция света?
2. Какие волны называются когерентными? Как можно получить когерентные световые

волны?

3. Что такое оптическая длина пути, оптическая разность хода лучей?
4. В каких случаях при интерференции получаются усиления, а в каких ослабления интенсивности света в наблюдаемой точке?
5. Можно ли наблюдать интерференцию в естественных условиях?
6. Что такое полосы равной толщины и равного наклона?
7. Какое явление называется дифракцией?
8. Как формулируется принцип Гюйгенса–Френеля?
9. Объясните образование спектров при прохождении волн через дифракционную решётку. Сформулируйте условия образования максимумов для дифракционной решётки
10. Как взаимно ориентированы векторы $\vec{E}$, $\vec{H}$, $\vec{C}$ в световой волне?
11. Какой свет называется естественным, поляризованным, частично поляризованным?
12. В чем суть явления двойного лучепреломления?
13. Как устроена призма Николя? Что такое поляризатор, анализатор? Что называется осью поляризации поляризатора? Как работает поляроидная пленка?
14. Сформулируйте закон Малюса.
15. Сформулируйте закон Брюстера.
16. Что называется энергетической светимостью и спектральной мощностью излучения тела?
17. Сформулируйте закон Стефана-Больцмана.
18. Как формулируется закон смещения Вина
19. Что называется фотосопротивлением?
20. В чем состоит механизм внутреннего фотоэффекта?
21. От чего зависит величина фототока?
22. Что называется спектральной характеристикой фотосопротивления
23. Виды радиоактивных излучений. Основные процессы, наблюдаемые при взаимодействии γ -излучения с веществом.
24. Какова размерность линейного коэффициента поглощения вещества μ и массового коэффициента поглощения μ_m ?
25. В чем отличие линейного коэффициента поглощения вещества μ и массового коэффициента поглощения μ_m ?
26. Чем обусловлена высокая проникающая способность γ -излучения?
27. Каков физический смысл массового коэффициента поглощения вещества μ_m ?
28. Что такое счетчик Гейгера-Мюллера и принцип его работы?

Перечень практических заданий к зачету: нет

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 5.

Распределение баллов по видам учебной работы по дисциплине **Механика**
(практикум) (1 семестр)

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Коллоквиум, тест «Обработка результатов измерений физических величин»	0-10
Лабораторная работа №1	0-10
Допуск к работе (письменная подготовка) 3 балла	
Выполнение работы 2 балла	
Подготовка отчета 3 балла	
Защита теории 2 балла	
Лабораторная работа №2 - 6	0-50
Промежуточная аттестация	0-30
ИТОГО	0-100

Таблица 6.

Распределение баллов по видам учебной работы по дисциплине **Молекулярная физика (практикум)** (2 семестр)

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Лабораторная работа №1-7	0-70
Промежуточная аттестация	0-30-
ИТОГО	0-100

Таблица 7.

Распределение баллов по видам учебной работы по дисциплине **Электричество и магнетизм. Оптика (практикум)** (3 семестр)

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Лабораторная работа №1-7	0-70
Промежуточная аттестация	0-30-
ИТОГО	0-100

Таблица 8.

Распределение баллов по видам учебной работы по дисциплине **Атомная физика. Физика атомного ядра и элементарных частиц (практикум)** (4 семестр)

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Лабораторная работа №1-7	0-70
Промежуточная аттестация	0-30-
ИТОГО	0-100

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 60 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Таблица 7.

Балльная шкала итоговой оценки на зачете

Оценка	Баллы
Зачтено	60-100
Не зачтено	0-59

7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению модуля «Общая физика».

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лабораторная работа	Лабораторные занятия имеют целью практическое освоение студентами научно-теоретических положений изучаемой дисциплины, овладение ими техникой экспериментальных исследований и анализа полученных результатов, привитие навыков работы с лабораторным оборудованием, контрольно-измерительными приборами и вычислительной техникой. Логическая связь лекций и практических (лабораторных) занятий заключается в том, что информация, полученная на лекции, в процессе самостоятельной работы на практическом занятии осмысливается и перерабатывается, при помощи преподавателя анализируется до мельчайших подробностей, после чего прочно усваивается. По выполнению лабораторной работы, контрольного задания студенты представляют отчет и защищают его. Защищенные отчеты студентов хранятся на кафедре до заверше-

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
	ния изучения дисциплины.
Внеаудиторная работа	Представляет собой вид занятий, которые каждый студент организует и планирует самостоятельно. Самостоятельная работа студентов включает: – самостоятельное изучение разделов дисциплины; – выполнение вычислительных и графических заданий, подготовку к лабораторным занятиям, – выполнение дополнительных индивидуальных творческих заданий;
Подготовка к зачету	Зачет служит формой проверки выполнения студентами лабораторных и контрольных работ, усвоения материала практических занятий. Зачет имеет целью проверить и оценить уровень теоретических знаний, умение применять их к решению практических задач, а также степень овладения практическими умениями и навыками в объеме требований учебных программ.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

а) Основная литература:

1. *Фокин С.А., Бармасова А.М., Мамаев М.А.* Обработка результатов измерений физических величин. Учебное пособие для лабораторного практикума по общей физике. 3-е изд. Перераб. – СПб.: Изд. РГГМУ, 2003. – 62 с. *Утверждено Редакционно-издательским советом университета в качестве учебного пособия по общей физике.*

2. *Бармасов А.В., Бармасова А.М., Белов М.М. и др.* Лабораторный практикум по дисциплине «Физика». Разделы «Механика», «Молекулярная физика и термодинамика» – СПб.: Изд. РГГМУ, 2006. – 119 с.

3. *А.П. Бобровский и др.* Лабораторный практикум по дисциплине «Физика». Раздел «Электричество и магнетизм» – СПб.: Изд. РГГМУ, 2020. - 75 с.

4. *А.П. Бобровский и др.* Лабораторный практикум по дисциплине «Физика». Разделы «Оптика» и «Ядерная физика». – СПб.: Изд. РГГМУ, 2016. - 112 с.

5. *Белов М.М. и др.* Лабораторный практикум по дисциплине «Физика». Курс I, II. – СПб.: изд. РГГМУ, 2010. – 58 с.

6 *Косцов В.В., Станкова Е.Н.* Лабораторный практикум с использованием виртуальных стендов по дисциплине «Физика». Раздел «Молекулярная физика и термодинамика». – СПб.: изд. РГГМУ, 2010. – 64 с.

Дополнительная литература:

1. *Нордлинг К., Остерман Дж.* Справочник по физике для учёного и инженера / Перевод с англ. и научное редактирование А.В. Бармасова. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 528 с. – ISBN 978-5-9775-0312-9.

2. *Яворский Б.М., Детлаф А.А.* Справочник по физике. – М.: Наука. Физматлит, 1996.

3. К.Б. Канн. Курс общей физики: Учебное пособие - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 360 с. Учебное пособие ЭБС Znanium.com (<http://znanium.com>).

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. <https://www.lectorium.tv/speaker/2636> Лекции по физике Александра Чирцова, профессора НИУ ИТМО
2. <http://www.phys.spbu.ru/library/studentlectures.html> Лекции для студентов физического факультета СПбГУ
3. <http://pskgu.ru/ebooks/okfizykc.html> Учебные пособия по общей физике.
4. <http://lectoriy.mipt.ru/lecture?category=Physics&lecturer> Видеолекции и открытые образовательные материалы ФизТеха. Лекции по Физике.
5. <http://feynmanlectures.caltech.edu/> - The Feynman Lectures on Physics
6. <http://pskgu.ru/ebooks/tf.html> . Теоретическая Физика.
7. <http://physics.nad.ru/> - физика в анимациях
8. <http://dmitryukts.narod.ru/kopilka/video.html> - опыты по физике.
9. <http://h91102a0.bget.ru/elBook/Titul.htm> *Михеева Е.Ю., Соловьева О.П.* Физика твердого тела. Электронное учебное пособие - г.р. № 2011620517. 2011 г.

8.3. Перечень программного обеспечения

1. Microsoft Office — офисный пакет приложений

8.4. Перечень информационных справочных систем

1. Электронная библиотека ЭБС «Znanium» (<http://znanium.com/>)
2. Электронная библиотека ЭБС «Юрайт» (<https://biblio-online.ru/>)
3. Информационная система доступа к российским физическим журналам и обзорам ВИНТИ РАН (<http://www.viniti.ru>).
4. ЭБС Лань Коллекция «Инженерно-технические науки – Издательство Горячая линия-Телеком <https://e.lanbook.com/books/931?publisher=6171>

8.5. Перечень профессиональных баз данных

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://www.elibrary.ru/>
2. Электронная библиотечная система РГГМУ «Гидрометеонлайн» - <http://elib.rshu.ru/>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Лаборатория механики и молекулярной физики, лаборатория электричества и магнетизма, лаборатория оптики и ядерной физики – укомплектованы специализированной (учебной) мебелью, приборами, оборудованием, лабораторными установками, стендами, техническими средствами обучения для проведения лабораторных работ.

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации

10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.