

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Московской области
«Университет «Дубна»
(государственный университет «Дубна»)

Филиал «Протвино»
Кафедра «Общеобразовательных дисциплин»

УТВЕРЖДАЮ
Директор

_____ /Евсиков А.А./
подпись *Фамилия И.О.*

« _____ » _____ 2020 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Общий Физический Практикум

наименование дисциплины (модуля)

Направление подготовки (специальность)

03.03.02 Физика

код и наименование направления подготовки (специальности)

Уровень высшего образования

бакалавриат

бакалавриат, магистратура, специалитет

Направленность (профиль) программы (специализация)

«Медицинская физика»

Форма обучения

очная

очная, очно-заочная, заочная

Протвино 2020

Преподаватель (преподаватели):

Куликов А.В., доцент, к.ф.-м.н., кафедра Общеобразовательных дисциплин

Масликов А.А., доцент, к.ф.-м.н., кафедра Общеобразовательных дисциплин

Фамилия И.О., должность, ученая степень, ученое звание, кафедра; подпись

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки

03.03.02 Физика

(код и наименование направления подготовки (специальности))

Программа рассмотрена на заседании кафедры Общеобразовательных дисциплин

(название кафедры)

Протокол заседания № 3 от « 24 » 06 2020 г.

Заведующий кафедрой _____ Сытин А.Н.

(Фамилия И.О., подпись)

СОГЛАСОВАНО

И.о. зав. выпускающей кафедрой _____

(подпись)

/Соколов А.А./

(фамилия, имя, отчество)

Эксперт _____

(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание, место работы, должность)

Содержание

1 Цели и задачи освоения дисциплины	4
2 Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля)	4
3 Место дисциплины в структуре ОПОП.....	4
4 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)	4
5 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.....	6
6 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий	7
7 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)	14
8 Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения	15
9. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	16
10 Ресурсное обеспечение	23
11 Язык преподавания.....	30

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Общий Физический Практикум»: формирование у студентов навыков экспериментального исследования физических явлений и процессов в различных разделах физики.

Задачи освоения дисциплины:

Изучить:

- фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки;
- назначение и принципы действия важнейших физических приборов.

Овладеть:

- методиками измерения значений величин, изучаемых в курсе общей физики;
- навыками работы с приборами и оборудованием современной физической лаборатории;
- навыками использования различных методик физических измерений и обработки экспериментальных данных;
- проведения адекватного физического и математического моделирования, а также применения методов физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем.

2 Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля)

профессиональной деятельности в рамках изучаемой дисциплины (модуля) являются:

- физические системы различного масштаба и уровней организации, процессы их функционирования;
- физические, инженерно-физические, биофизические, химико-физические, медико-физические, природоохранные технологии;
- физическая экспертиза и мониторинг.

3 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ОД.1.1 «Общий Физический Практикум» (далее – ОФП) относится к вариативной части обязательных дисциплин модуля Б1.В.ОД.1 «ОФП». Изучается на 1–м, 2–м и 3–м курсе (семестры 1—6).

Дисциплина «ОФП» базируется на курсах «Общая Физика», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Дифференциальные уравнения». Входящие компетенции: ОПК-2, ОПК-3, ПК-2.

После освоения дисциплины студент будет подготовлен к изучению других дисциплин модуля ОФП, а также, различных дисциплин, связанных с практическими исследованиями и измерениями, такими как: «Цифровая электроника», «Технические измерения и приборы», «Измерительные системы», «Автоматизация сбора данных», к выполнению выпускной квалификационной работы и последующей научно-технической деятельности по направлению «Физика».

4 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень (этап) освоения)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
---	--

<p>ОПК-3: способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.</p>	<p>Знать: базовые разделы общей и теоретической физики: основные понятия, модели, законы и теории. Код З1 (ОПК-3) Знать: теоретические и методологические основы общей и теоретической физики и способы их использования при решении конкретных физических задач. Код З2 (ОПК-3) Уметь: решать типовые учебные задачи по основным разделам общей и теоретической физики; применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач, грамотно работать с научной литературой с использованием новых информационных технологий. Код У1 (ОПК-3) Уметь: применять полученные теоретические знания для самостоятельного освоения специальных разделов общей и теоретической физики, необходимых в профессиональной деятельности; определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач; применять знания базовых дисциплин по общей и теоретической физике для анализа и обработки результатов физических экспериментов. Код У2 (ОПК-3) Владеть: навыками самостоятельной работы с учебной литературой по базовым разделам общей и теоретической физики; основной терминологией и понятийным аппаратом базовых разделов общей и теоретической физики; навыками решения базовых задач по общей и теоретической физике; основными методами научных исследований; навыками проведения физического (лабораторного) эксперимента. Код В1 (ОПК-3) Владеть: навыками использования теоретических основ базовых разделов общей и теоретической физики при решении конкретных физических задач. Код В2 (ОПК-3)</p>
<p>ПК-2: способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.</p>	<p>Знать: теоретические основы и базовые представления научного исследования в избранной области фундаментальной и (или) экспериментальной физики; основные современные методы расчета объекта научного исследования, использующие передовые инфокоммуникационные технологии. Код З1 (ПК-2) Знать: Современную приборную базу (в том числе сложное физическое оборудование); измерительные методы определения физических величин и методы их расчета; основные закономерности формирования результатов эксперимента. Код З2 (ПК-2) Уметь: проводить научные изыскания в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований;</p>

	<p>оценивать изменения в выбранной области в связи с новыми разработками, полученными по различным тематикам исследований.</p> <p>Код У1 (ПК-2)</p> <p>Уметь:</p> <p>осуществлять выбор оборудования и методик для решения конкретных задач, эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование</p> <p>Код У2 (ПК-2)</p> <p>Владеть:</p> <p>методами работы в различных операционных системах, с базами данных, с экспертными системами;</p> <p>прикладными программами для изучения различных физических процессов в электронных устройствах и биологических объектах;</p> <p>необходимой информацией из современных отечественных и зарубежных источников в избранной области исследования.</p> <p>Код В1 (ПК-2)</p> <p>Владеть:</p> <p>прикладными программами для изучения объекта научного исследования;</p> <p>методами приближенного качественного описания физических процессов в изучаемых приборах на основе классических и квантовых законов;</p> <p>экспериментальными навыками для проведения научного исследования в избранной области физики;</p> <p>навыками публичной речи, ведения дискуссии и полемики;</p> <p>навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения.</p> <p>Код В2 (ПК-2)</p>
--	---

*) результат обучения сформулирован на основании требований профессиональных стандартов:
«Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»
№ 32 (приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 4 марта 2014 г. № 121н)

5 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины «ОФП» составляет $2+4+2+3+2+2=15$ зачетных единицы, 540 часов, из которых:

$17+17+17+17+17+17=102$ часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем¹:

102 часа – лабораторные работы.

___ часов – мероприятия промежуточной аттестации¹ (зачёт, 6 раз),

$55+127+55+91+55+55=438$ часов составляет самостоятельная работа обучающегося (по семестрам).

¹ Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

6 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля) Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе:										
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них ²								Самостоятельная работа обучающегося, часы, из них		
		Лекционные занятия	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	...	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.
I семестр												
Введение в предмет. Введение в методику обчета результатов и оценки погрешностей. Принципы статистического подхода в теории погрешностей					2					2	3	
Соударение шаров. Изучается закон сохранения энергии на примере упругого столкновения 2-х подвешенных шаров одинаковой и разной массы. В качестве регистраторов скорости шаров используются оптоэлектрические датчики.					2					2	7	
Измерение скорости тела баллистическим маятником. Определяется скорость шарика, вылетающего из пружинной пушки путем измерения угла отклонения баллистического маятника, в котором застревает шарик. Для измерения угла используется электронный датчик угла поворота.					2					2	7	
Измерение ускорения свободного падения с помощью математического и физического маятников. Определяется ускорение свободного падения посредством измерения периодов колебания математического и физического маятника. В случае физического маятника для ликвидации зави-					2					2	7	

² Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

симости от момента инерции используется оборотный маятник.													
Изучение закона сохранения момента импульса. Изучается закон сохранения момента импульса путем сравнения моментов импульса 2-х грузов до и после разлета вдоль направляющих стержней. Вся конструкция вращается в горизонтальной плоскости. Угловая скорость измеряется электронным датчиком угла поворота. Вычисления производятся с использованием теоремы Штейнера.					2					2	7		
Маятник Максвелла. Измеряется момент инерции осесимметричного твердого тела в виде диска и сравнивается с теоретически рассчитанным значением.					2					2	7		
Определение моментов инерции тел. Определяется момент инерции маятника Обербека при 2-х различных массах груза. Для измерения необходимого углового ускорения маятника используется датчик угла поворота, подключенный к компьютеру. Из его показаний строится линейная регрессия угловой скорости по времени, одним из коэффициентов которой и является угловое ускорение.					2					2	7		
Измерение вязкости жидкости методом Стокса. Определяется динамический коэффициент вязкости жидкости. Для этого стальной шарик роняют в длинный цилиндр с жидкостью, и в конце, когда движение становится равномерным, измеряют скорость шарика с помощью 2-х оптоэлектрических датчиков. Далее пользуются формулой Стокса.					2					2	7		
Защита работ.					1					1	3		
Промежуточная аттестация <u>зачёт</u> (указывается форма проведения)**												X	
Итого	72				17					17	55		55

II семестр														
1.Измерение теплопроводности воздуха					2						2	15		
2.Исследование изотермического процесса					2						2	15		

3.Исследование изохорного процесса					2					2	15		
4.Исследование изобарического процесса					2					2	15		
5.Уравнение состояния идеального газа					2					2	15		
6.Циклические процессы в газе (работа при постоянном давлении)					2					2	15		
7.Определение коэффициента вязкости воздуха капиллярным методом					2					2	15		
8.Определение отношения теплоемкостей воздуха при постоянном давлении и постоянном объеме методом Клемана-Дезорма.					2					2	15		
Защита работ.					1					1	7		
Промежуточная аттестация <u>зачёт</u> (указывается форма проведения)**										X			X
Итого	144				17					17	127		127
III семестр													
1. Осциллограф. Студенты знакомятся с измерительным прибором осциллограф. Производят настройку панели управления и калибровку каналов. Определяют частоту и амплитуду различных исследуемых сигналов. ([5] Л.р.1)					2					2	7		
2. Измерение сопротивления с помощью амперметра и вольтметра. Студенты знакомятся с основными методами измерения активного сопротивления проводников. Выполняют измерения различных сопротивлений посредством 2-х схем подключения амперметра и вольтметра. Вычисляют и сравнивают погрешности измерения в различных диапазонах. ([5] Л.р.2)					2					2	6		
3. Определение зависимости емкостного и индуктивного сопротивления от частоты. Студенты знакомятся с понятием импеданс (комплексное сопротивление). Используются схемы с преимущественным емкостным или индуктивным вкладом в реактивное сопротивление. Для этих схем исследуется зависимость реактивного сопротивления от частоты подаваемого напряжения. Вычисляется вели-					2					2	7		

чина емкости и индуктивности. ([5] Л.р.3)													
4. Изучение зависимости сопротивления полупроводника от температуры. Определение ширины запрещенной зоны полупроводника.					2					2	7		
5. Изучение явления гистерезиса ферромагнетиков.					2					2	7		
6. Градуировка термопары. Калибруется полупроводниковая термопара. Результатом является формула зависимости между разностью температур и напряжением на термопаре. Формула получается методом наименьших квадратов по результатам измерений. ([5] Л.р.4)					2					2	7		
7. Транзистор. Снимаются характеристики транзистора, вычисляются его параметры и наблюдается усиление переменного сигнала усилителем на транзисторе. ([5] Л.р.5)					2					2	7		
8. Изучение эффекта Холла в полупроводниках.					2					2	7		
Защита работ.					1					1			
Промежуточная аттестация <u>зачёт</u> **		X	X										
Итого	72				17					17	55		55
IV семестр													
1. Введение в предмет. Особенности в методике обсчета результатов. Принципы статистического подхода в теории погрешностей. Изучение основных законов отражения и преломления света.					2					2			
2. Изучение преломления света. Изучаются законы геометрической оптики при прохождении света сквозь различные геометрические тела (призма, пластина, полуцилиндр). Определяется показатель преломления прямым измерением синусов углов падения и преломления.					2					2			
3. Фокальные плоскости линз. Для рассеивающей и собирающей линз определяются фокальные точки, мнимые фокусы. Определяется связь радиуса кривизны линзы и её фокусного расстояния.					2					2			
4. Исследование сложных оптических систем.					2					2			

Определяются кардинальные точки оптической системы, состоящей из нескольких линз, расположенных на одной оси.													
5. Изучение дифракции света на щели и на отверстие. Изучается прохождение света через отверстие с переменным числом открытых зон Френеля.					2					2			
6. Изучение дифракции монохроматического света на одномерной и двумерной решётке. Изучается явление дифракции света, излучаемого лазером и определяются периоды решётки, а также длина волны света, излучаемого лазером.					2					2			
7. Изучение спектров (водорода, гелия, неона) с помощью дифракционной решетки. Изучение основных приёмов работы с дифракционной решеткой.					2					2			
8. Изучение вращения плоскости поляризации. Изучаются различные типы поляризации. Измеряется угол поворота плоскости поляризации в растворе сахара.					2					2			
Защита работ.					1					1			
Промежуточная аттестация <u>зачёт</u>	X									X			
Итого	108				17					17	91		91

V семестр													
1. Изучение внешнего фотоэффекта и определение постоянной Планка. Экспериментальное подтверждение закономерностей внешнего фотоэффекта. Экспериментальное определение красной границы фотоэффекта, работы выхода фотокатода и постоянной Планка.					2						2	7	
2. Некогерентное рассеяние фотонов (гамма-квантов) на свободных электронах. Эффект Комптона. Экспериментальное подтверждение закономерностей эффекта Комптона. Экспериментальное определение комптоновской					2						2	6	

длины волны электрона.													
3. Изучение спектра атома водорода с помощью дифракционной решетки. Экспериментальное подтверждение закономерностей формирования линейчатого спектра излучения атомарного водорода при низких давлениях. Экспериментальное определение постоянной Ридберга.					2					2	7		
4. Полупроводниковые оптические генераторы. Определение постоянной Планка на основе измерения напряжения включения полупроводниковых излучающих светодиодов и полупроводникового лазера.					2					2	7		
5. Изучение закона Стефана-Больцмана. Определение зависимости энергетической светимости нагретого тела от температуры.					2					2	7		
6. Опыт Франка и Герца. Определение резонансного потенциала атома инертного газа.					2					2	7		
7. Исследование поглощения и пропускания света.					2					2	7		
8. Модель цифрового спектрометра. Изучение спектров щелочных металлов на примере атома натрия. Исследование изотопического сдвига в спектрах водорода и дейтерия. Эффект Зеемана на примере атома ртути.					2					2	7		
Защита работ.					1					1			
Промежуточная аттестация <u>зачёт</u> (указывается форма проведения)**												X	X
Итого	72				17					17	55		55
VI семестр													
1. Экспериментальная проверка закона Пуассона. Ознакомление с методами статистической обработки и представления результатов измерений на примере исследования интенсивности бета-излучения при радиоактивном распаде ядер естественного радионуклида ^{40}K .					2					2	8		
2. Опыт Резерфорда. Знакомство с методикой экспериментального обоснования ядерной модели ато-					2					2	8		

ма. Экспериментальное подтверждение модели атомного ядра как точечного заряда. Проверка модельных соотношений для сечения рассеяния, полученных Резерфордом.													
3. Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Определение длины пробега – α частиц в воздухе. Изучается зависимость количества поглощённых частиц от расстояния между источником α - частиц и приемником, отображается зависимость графическим способом, при помощи программного обеспечения.					2					2	8		
4. Измерение периода полураспада долгоживущего изотопа. Изучается явление радиоактивности и методы его измерения. Определяется периода полураспада $T_{1/2}$ ядер радионуклида К-40(калий-40).					2					2	8		
5. Определение отношения заряда электрона к его массе методом магнетрона.					4					4	11		
6. Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Определение пробега электронов бета распада методом поглощения. Изучается поглощение бета-излучения различными веществами. Определяется эффективный пробег бета-частиц распада К-40 в различных материалах. Определяется верхняя граница бета-спектра радионуклида К ⁴⁰ .					4					4	12		
Защита работ.					1					1			
Промежуточная аттестация <u>зачёт</u> **		X	X										
Итого	72				17					17	55		55

7 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

• Методические указания по выполнению лабораторных работ

Перед выполнением лабораторных работ преподаватель должен проверить теоретическую подготовку к выполнению работы (знание теории, схемы постановки опыта и экспериментальной установки). В случае успешного ответа на вопросы преподавателя студент получает допуск к выполнению лабораторной работы. При подготовке возможно выполнение тренировочных работ в пакете программ «Открытая Физика. Физикон».

Сдача (защита) работы происходит после представления студентами отчёта и ответа на вопросы преподавателя о проделанной работе.

• Методические указания для самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов (СРС) состоит в подготовке к выполнению работ, включающей в себя проработку теоретического материала и ответы на контрольные вопросы, имеющиеся в методических указаниях и руководствах по выполнению лабораторных работ. Перед началом работы студенты должны изучить методику измерений и схему установки (принцип действия приборов). Текущий контроль этой части СРС – допуск к лабораторной работе. По выполнении лабораторной работы студенты должны обработать результаты измерений, написать отчёт о проделанной работе и провести защиту работы. Распределение времени СРС по разделам приведено в таблице.

В течение семестра студенты дважды подвергаются устному контрольному опросу:

1-ый семестр.

Обозначение	Содержание	Трудоёмкость (часы)	Максимальное кол-во баллов
УО-1.1	Подготовка к выполнению и сдаче лабораторных работ №№ 1–3	24	35
УО-1.2	Подготовка к выполнению и сдаче лабораторных работ №№ 4–7	31	48

2-ой семестр.

Обозначение	Содержание	Трудоёмкость (часы)	Максимальное кол-во баллов
УО-1.1	Подготовка к выполнению и сдаче лабораторных работ №№ 1–4	60	40
УО-1.2	Подготовка к выполнению и сдаче лабораторных работ №№ 5–8	67	43

3-ий семестр.

Обозначение	Содержание	Трудоёмкость (часы)	Максимальное кол-во баллов
УО-1.1	Подготовка к выполнению и сдаче лабораторных работ №№ 1–4	27	40
УО-1.2	Подготовка к выполнению и сдаче лабораторных работ №№ 5–8	28	43

4-ый семестр.

Обозначение	Содержание	Трудоёмкость (часы)	Максимальное кол-во баллов
УО-1.1	Подготовка к выполнению и сдаче лабораторных работ №№ 1–4	45	39
УО-1.2	Подготовка к выполнению и сдаче лабораторных работ №№ 5–8	46	44

5-ый семестр.

Обозначение	Содержание	Трудоёмкость (часы)	Максимальное кол-во баллов
УО-1.1	Подготовка к выполнению и сдаче лабораторных работ №№ 1–4	27	41
УО-1.2	Подготовка к выполнению и сдаче ла-	28	42

	бораторных работ №№ 5–8		
6-ой семестр.			
Обозначение	Содержание	Трудоёмкость (часы)	Максимальное кол-во баллов
УО-1.1	Подготовка к выполнению и сдаче лабораторных работ №№ 1–3	27	41
УО-1.2	Подготовка к выполнению и сдаче лабораторных работ №№ 4–6	28	42

Выдача студентам заданий на подготовку к лабораторным работам производится в соответствии со следующими таблицами:

График выполнения самостоятельных работ студентами по неделям на 1—6-ой семестры:

Недели учебного процесса																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ВЗ								ЗЗ								
								ВЗ								ЗЗ

ВЗ – выдача задания

ЗЗ – защита задания

8 Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения

Перечень обязательных видов учебной работы студента:

- подготовка к лабораторным работам,
- выполнение лабораторных работ,
- обработка результатов измерений,
- защита лабораторных работ.

Инновационные формы проведения учебных занятий

Семестр	Вид учебных занятий ³	Используемые инновационные формы проведения учебных занятий	Количество академ. часов
I	Лабораторные занятия	Групповые дискуссии по темам, связанным с объяснением изучаемых физических явлений; анализ ситуаций и имитационных моделей, возникающих при проведении работ.	4
II	Лабораторные занятия	Групповые дискуссии по темам, связанным с объяснением изучаемых физических явлений; анализ ситуаций и имитационных моделей, возникающих при проведении работ.	10
III	Лабораторные занятия	Групповые дискуссии по темам, связанным с объяснением изучаемых физических явлений; анализ ситуаций и имитационных моделей, возникающих при проведении работ.	4
IV	Лабораторные занятия	Групповые дискуссии по темам, связанным с объяснением изучаемых физических явлений; анализ ситуаций и имитационных моделей, возникающих при проведении работ.	10
V	Лабораторные занятия	Групповые дискуссии по темам, связанным с объяснением изучаемых физических явлений; анализ ситуаций и имитационных моделей, возникающих при проведении работ.	4
VI	Лабораторные занятия	Групповые дискуссии по темам, связанным с объяснением изучаемых физических явлений; анализ ситуаций и имитационных моделей, возникающих при проведении работ.	4

³ Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

9. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

- Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.

ОПК-3: способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.

Планируемые результаты обучения (показатели освоения компетенции)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
Знать: базовые разделы общей и теоретической физики: основные понятия, модели, законы и теории. Код 31 (ОПК-3)	Отсутствие знаний	Не знает базовые разделы общей и теоретической физики: основные понятия, модели, законы и теории.	Имеет представление о базовых разделах общей и теоретической физики: основных понятиях, моделях, законах и теориях, но допускает неточности в формулировках.	Знает базовые разделы общей и теоретической физики: основные понятия, модели, законы и теории.	Имеет четкое, целостное представление о базовых разделах общей и теоретической физики: основных понятиях, моделях, законах и теориях.
Знать: теоретические и методологические основы общей и теоретической физики и способы их использования при решении конкретных физических задач. Код 32 (ОПК-3)	Отсутствие знаний	Не знает и не имеет общего представления о теоретических и методологических основах общей и теоретической физики.	Имеет общее представление о теоретических и методологических основах общей и теоретической физики, может предложить отдельные примеры их использования при решении задач профессиональной деятельности.	Имеет представление о взаимосвязи теоретических и методологических основ общей и теоретической физики, может предложить примеры их использования в разных областях физики	Имеет представление о взаимосвязи теоретических и методологических основ общей и теоретической физики, может предложить способ их использования при решении конкретной физической задачи.
Уметь: решать типовые учебные задачи по основным разделам общей и теоретической физики; применять полученную	Отсутствие умений	Не умеет решать типовые задачи из базовых разделов общей и теоретической физики; применять полученную теоретическую базу для ре-	Умеет решать типовые задачи из базовых разделов общей и теоретической физики, но допускает отдельные ошибки. Частично умеет	Умеет решать комбинированные задачи из базовых разделов общей и теоретической физики. В целом успешно умеет применять полученную	Умеет решать задачи повышенной сложности из базовых разделов общей и теоретической физики. Полностью сформирова-

<p>теоретическую базу для решения конкретных практических задач, грамотно работать с научной литературой с использованием новых информационных технологий. Код У1 (ОПК-3)</p>		<p>шения конкретных практических задач, грамотно работать с научной литературой с использованием новых информационных технологий.</p>	<p>применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач, грамотно работать с научной литературой с использованием новых информационных технологий.</p>	<p>теоретическую базу для решения конкретных практических задач, грамотно работать с научной литературой с использованием новых информационных технологий</p>	<p>но умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач, грамотно работать с научной литературой с использованием новых информационных технологий.</p>
<p>Уметь: применять полученные теоретические знания для самостоятельного освоения специальных разделов общей и теоретической физики, необходимых в профессиональной деятельности; определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач; применять знания базовых дисциплин по общей и теоретической физике для анализа и обработки результатов физических экспериментов. Код У2 (ОПК-3)</p>	<p>Отсутствие умений</p>	<p>Не умеет осваивать теоретический материал из отдельных специальных разделов общей и теоретической физики. Не умеет использовать стандартные методики обработки результатов физических экспериментов.</p>	<p>Умеет осваивать теоретический материал из отдельных специальных разделов общей и теоретической физики под руководством специалиста более высокой категории. Умеет использовать стандартные методики обработки результатов физических экспериментов, рекомендованные специалистом более высокой категории.</p>	<p>Способен самостоятельно освоить типовые методы решения задач из отдельных специальных разделов общей и теоретической физики, но допускает отдельные ошибки при их применении в профессиональной сфере деятельности. Умеет оценивать условия применимости стандартных методик анализа и обработки результатов физического эксперимента, допуская ошибки в отдельных случаях.</p>	<p>Умеет применять и обосновать необходимость привлечения сведений из дополнительных разделов общей и теоретической физики и ранжировать их по степени значимости для решения поставленной задачи (необходимые, вспомогательные, иллюстративные и др.). Способен самостоятельно освоить основные теоретические положения и типовые методы решения задач из отдельных специальных разделов общей и теоретической физики. Умеет оценивать адекватность и физическую корректность моделей, используемых при обработке результатов физического эксперимента.</p>

<p>Владеть: навыками самостоятельной работы с учебной литературой по базовым разделам общей и теоретической физики; основной терминологией и понятийным аппаратом базовых разделов общей и теоретической физики; навыками решения базовых задач по общей и теоретической физике; основными методами научных исследований; навыками проведения физического (лабораторного) эксперимента. Код В1 (ОПК-3)</p>	<p>Отсутствие владения</p>	<p>Не владеет основной терминологией и понятийным аппаратом базовых разделов общей и теоретической физики; навыками самостоятельной работы с учебной литературой; навыками решения базовых задач по общей и теоретической физике; основными методами научных исследований; навыками проведения физического (лабораторного) эксперимента.</p>	<p>Недостаточно владеет методами решения базовых задач по общей и теоретической физике; владеет навыками воспроизведения освоенного учебного материала по базовым разделам общей и теоретической физики, в целом; плохо ориентируется в учебной литературе по общей и теоретической физике; недостаточно владеет навыками библиографического поиска; фрагментарное применение основных методов научных исследований, навыков проведения физического (лабораторного) эксперимента.</p>	<p>Хорошо владеет основной терминологией и понятийным аппаратом базовых разделов общей и теоретической физики, навыками применения решения базовых задач по общей и теоретической физике; владеет навыками самостоятельного изучения отдельных разделов учебной литературы по базовым разделам общей и теоретической физики и хорошо в ней ориентируется; в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение основных методов научных исследований, навыков проведения физического (лабораторного) эксперимента.</p>	<p>Свободно владеет основной терминологией и понятийным аппаратом базовых разделов общей и теоретической физики, что позволяет формулировать выводы и участвовать в дискуссии по учебным вопросам базовых физических дисциплин; уверено владеет техникой решения усложненных задач по базовым разделам общей и теоретической физики; легко ориентируется в учебной литературе по базовым разделам общей и теоретической физики и владеет навыками критического анализа учебной информации; успешное и систематическое применение основных методов научных исследований, навыков проведения физического (лабораторного) эксперимента.</p>
<p>Владеть: навыками использования теоретических основ базовых разделов общей и теоретической физики при решении конкретных физических задач. Код В2 (ОПК-3)</p>	<p>Отсутствие владения</p>	<p>Не владеет навыками использования теоретических основ базовых разделов общей и теоретической физики при решении конкретных физических и смежных задач.</p>	<p>Способен предложить примеры использования теоретических представлений отдельных разделов общей и теоретической физики для решения задач профессиональной</p>	<p>Владеет навыками применения теоретических моделей из базовых разделов общей и теоретической физики при интерпретации результатов в отдельно взятой области физики и</p>	<p>Владеет навыками применения теоретических моделей из базовых разделов общей и теоретической физики при планировании работ в профессиональной сфере деятельности и грамот-</p>

			деятельности.	смежных дисциплинах, но допускает отдельные неточности.	ной интерпретации полученных результатов.
--	--	--	---------------	---	---

ПК-2: способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.

Планируемые результаты обучения (показатели освоения компетенции)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<p>Знать: теоретические основы и базовые представления научного исследования в выбранной области фундаментальной и(или) экспериментальной физики; основные современные методы расчета объекта научного исследования, использующие передовые инфокоммуникационные технологии. Код 31 (ПК-2)</p>	Отсутствие знаний	Не знает теоретические основы и базовые представления научного исследования в выбранной области фундаментальной и(или) экспериментальной физики; основные современные методы расчета объекта научного исследования, использующие передовые инфокоммуникационные технологии.	Дает определения только основных понятий; воспроизводит основные физические факты, идеи; перечисляет основные теоремы, законы, постулаты и правила; знает основные методы решения типовых задач и умеет их применять на практике; делает ошибки при выводе и объяснении основных законов фундаментальной и экспериментальной физики.	Знает основной теоретический материал; основной математический аппарат; техническую и научную терминологию; основные современные методы расчета объекта научного исследования; понимает связи между различными физическими понятиями; имеет представление о физических моделях; анализирует возможности методов, границы их применимости, возможные риски, степень надежности.	Знает не только основной, но и дополнительный теоретический материал; математический аппарат; техническую и научную терминологию; основные современные методы расчета объекта научного исследования, использующие передовые инфокоммуникационные технологии; понимает широту и ограниченность применения физики к исследованию процессов и явлений в природе.
<p>Знать: Современную приборную базу (в том числе сложное физическое оборудование); измерительные методы определения физических</p>	Отсутствие знаний	Не знает современную приборную базу (в том числе сложное физическое оборудование); измерительные методы определения физических	Знает современную приборную базу (исключая сложное физическое оборудование); путает измерительные методы определения	Хорошо знает современное состояние и перспективы развития исследований в области фундаментальной и экспериментальной физики; основ-	Свободно ориентируется в современном состоянии и перспективах развития исследований в области фундаментальной и экспериментальной физики; квали-

<p>величин и методы их расчета; основные закономерности формирования результатов эксперимента. Код 32 (ПК-2)</p>		<p>величин и методы их расчета; основные закономерности формирования результатов эксперимента.</p>	<p>физических величин и методы их расчета; недостаточно использует свои знания о современном состоянии и перспективах развития исследований в области фундаментальной и экспериментальной физики.</p>	<p>ные закономерности формирования результатов физического эксперимента; измерительные методы определения физических величин и методы их расчета; четко формулирует основные законы фундаментальной и экспериментальной физики, умеет идентифицировать физический процесс; понимает основные принципы работы сложного физического оборудования.</p>	<p>фицированно работает на сложном физическом оборудовании; глубоко знает и понимает измерительные методы определения физических величин и методы их расчета; основные закономерности формирования результатов эксперимента; самостоятельно устанавливает влияние внешних факторов на показатели качества эксперимента; строит зависимости между измеренными величинами.</p>
<p>Уметь: проводить научные изыскания в избранной области экспериментальных и(или) теоретических физических исследований; оценивать изменения в выбранной области в связи с новыми разработками, полученными по различным тематикам исследований. Код У1 (ПК-2)</p>	<p>Отсутствие умений</p>	<p>Не умеет проводить научные изыскания в избранной области экспериментальных и(или) теоретических физических исследований; оценивать изменения в выбранной области в связи с новыми разработками, полученными по различным тематикам исследований.</p>	<p>С помощью своего научного руководителя умеет подбирать и готовить для эксперимента необходимое оборудование и проводить на нем наблюдение за физическими процессами; умеет фиксировать происходящие во время проведения эксперимента изменения; не всегда находит требуемую для научного исследования информацию; в случае ее обнаружения анализирует ее поверхностно; умеет воспроизводить только известные научные результаты под пристальным руковод-</p>	<p>Умеет самостоятельно подбирать и готовить для эксперимента необходимое оборудование; применять методы решения задач в незнакомых ситуациях; проводить решение физической задачи, используя современное ПО; оценивать его; устанавливать влияние различных факторов на показатели качества эксперимента; строить зависимости; определять доверительные границы; устанавливать корреляционные связи; отлично ориентироваться в информации, полученной из различных источников.</p>	<p>Умеет грамотно устанавливать прочные логические связи между физической интерпретацией и исходным нематематическим описанием жизненной ситуации; умеет уверенно применять методы математического моделирования для решения теоретических и прикладных задач; умеет самостоятельно проводить наблюдение за физическими процессами; сопоставлять полученные результаты с уже известными; обобщать результаты; оценивать значимость и практическую пригодность полученных результатов.</p>

			ством.		
<p>Уметь: осуществлять выбор оборудования и методик для решения конкретных задач, эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование Код У2 (ПК-2)</p>	Отсутствие умений	Частично освоенное умение осуществлять выбор оборудования и методик для решения конкретных задач, эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование.	В целом успешно сформированное, но не системное (содержащее заметные пробелы) умение осуществлять выбор оборудования и методик для решения конкретных задач, эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование.	В целом успешное, но содержащее заметные пробелы умение осуществлять выбор оборудования и методик для решения конкретных задач, эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование.	Полностью сформированное умение осуществлять выбор оборудования и методик для решения конкретных задач, эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование.
<p>Владеть: методами работы в различных операционных системах, с базами данных, с экспертными системами; прикладными программами для изучения различных физических процессов в электронных устройствах и биологических объектах; необходимой информацией из современных отечественных и зарубежных источников в избранной области исследования. Код В1 (ПК-2)</p>	Отсутствие владения	Не владеет методами работы в различных операционных системах, с базами данных, с экспертными системами; прикладными программами для изучения различных физических процессов в электронных устройствах и биологических объектах; необходимой информацией из современных отечественных и зарубежных источников в избранной области исследования.	Не уверенно владеет стандартными методами работы с различными операционными системами, с базами данных и с экспертными системами; частично владеет приемами обработки информации с помощью современного программного обеспечения (ПО); способен интерпретировать только типичные явления; владеет терминологией предметной области знания; недостаточно владеет навыками bibliографического поиска.	Владеет разными способами сбора, обработки и представления теоретических и экспериментальных данных; критически осмысливает полученные знания; компетентен в различных ситуациях; владеет навыками bibliографического поиска; самосовершенствуется, используя возможности информационной среды.	Уверенно владеет методами работы в различных операционных системах, с базами данных, с экспертными системами; грамотно использует прикладные программы для накопления, обработки и интерпретации данных, полученных в ходе проведения эксперимента; уверенно решает сложные задачи, используя современное ПО; способен корректно представить результат проведенных исследований с помощью современного ПО; свободно ориентируется в специализированной литературе и информации, полученной из различных источников.

<p>Владеть: прикладными программами для изучения объекта научного исследования; методами приближенного качественного описания физических процессов в изучаемых приборах на основе классических и квантовых законов; экспериментальными навыками для проведения научного исследования в избранной области физики; навыками публичной речи, ведения дискуссии и полемики; навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения. Код В2 (ПК-2)</p>	<p>Отсутствие владения</p>	<p>Не владеет прикладными программами для изучения объекта научного исследования; экспериментальными навыками для проведения научного исследования в избранной области физики; навыками публичной речи, ведения дискуссии и полемики; навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения; методами приближенного качественного описания физических процессов в изучаемых приборах на основе классических и квантовых законов; техникой проведения физического эксперимента.</p>	<p>Неуверенно владеет прикладными программами; приемами обработки информации с помощью современного ПО; имеет навыки проведения научного эксперимента; не всегда верно качественно и математически описывает физические процессы; недостаточно использует современное ПО при решении поставленной задачи; не всегда использует профессиональную терминологию при представлении результатов работы; плохо ведет дискуссию в процессе представления математической модели или результатов эксперимента.</p>	<p>Хорошо владеет методами программирования; методикой планирования, разработки научного эксперимента и навыками его проведения; навыками прикладных исследований; навыками и методиками обобщения результатов теоретической или экспериментальной деятельности; хорошо представляет, объясняет и защищает построенную математическую или физическую модель; совершенствуется, используя возможности информационной среды.</p>	<p>Уверенно владеет методами приближенного качественного описания физических процессов; методами программирования; методикой планирования, разработки научного эксперимента и навыками его проведения; самостоятельно проводит научный эксперимент; совершенствует свои профессиональные знания и умения, используя возможности информационной среды; свободно ориентируется в способах воздействия на аудиторию; четко формулирует свою научную позицию.</p>
---	----------------------------	---	---	--	---

– Описание шкал оценивания

При балльно-рейтинговой системе все знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате изучения дисциплины, оцениваются в баллах.

Оценка качества работы в рейтинговой системе является накопительной и используется для оценивания системной работы студентов в течение всего периода обучения.

Работа студента в течение семестра оценивается в баллах следующим образом:

1. От 0 до 17 баллов – посещаемость;
2. От 0 до 11 баллов оценивается выполнение каждой лабораторной работы;
3. Набранные студентом баллы суммируются в итоговую оценку.

Если студент набрал в течение семестра свыше 70 баллов, то он получает автоматическую оценку «зачтено».

Если студент не набрал минимального числа баллов (70 баллов) в течение семестра, то он в обязательном порядке сдает зачет.

– Критерии оценки знаний, умений, навыков

При допуске к лабораторным работам и защите лабораторных работ студент должен ответить на контрольные вопросы, список которых приведён в методических пособиях и руководствах по выполнению лабораторных работ и компьютерного практикума.

допуск:

– полный ответ на контрольные вопросы, приведённые в описании каждой работы (или вопросы из пункта «допуск» компьютерного практикума), чёткое описание схемы установки (принципов действия прибора) и объяснение последовательности действий при выполнении лабораторной работы;

не допущен:

– неспособность ответить на контрольные вопросы и вопросы преподавателя или незнание схемы установки (принципов действия прибора) и последовательности действий при выполнении лабораторной работы;

работа защищена:

– проведены необходимые измерения, представлен отчёт о выполненной работе (включающий, при необходимости, таблицы и графики), получены необходимые экспериментальные данные; дан обстоятельный ответ на вопросы по отчёту;

работа не защищена:

отсутствуют необходимые измерения или не представлен отчёт; неверные или сбивчивые ответы на вопросы по выполнению лабораторной работы.

10 Ресурсное обеспечение

• Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная учебная литература

1. Савельев, И.В. Курс общей физики: В 4 т. Т. 1. Механика. Молекулярная физика и термодинамика: учебное пособие / И.В. Савельев; под общ. ред. В.И. Савельева. – М.: КНОРУС, 2009. – 528 с.: ил.
2. Савельев, И.В. Курс общей физики: В 4 т. Т. 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика: учебное пособие / И.В. Савельев; под общ. ред. В.И. Савельева. – М.: КНОРУС, 2009. – 576 с.: ил.
3. Савельев, И.В. Курс общей физики: В 4 т. Т. 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарные частицы: учебное пособие / И.В. Савельев; под общ. ред. В.И. Савельева. – М.: КНОРУС, 2009. – 368 с.: ил.
4. Ёч, Ф.А. Лабораторные работы по общей физике : Механика / Ф. А. Ёч, А. А. Масликов. - Филиал "Протвино". Кафедра математики и естественных наук. - Москва : Прометей, 2012. - 67с. : ил.
Ёч, Ф.А., Масликов А.А. Лабораторные работы по общей физике. Механика [Электронный ресурс]: электронное методическое пособие / Ф.А. Ёч, А.А. Масликов. – Протвино, 2017. –

- 67 с. // Веб-сайт филиала «Протвино» государственного университета «Дубна». – URL: http://uni-protvino.ru/enter_ump.html. Режим доступа ограниченный, по логину и паролю.
5. Коковин, В.А. Лабораторные работы по общей физике. Электричество. : Методическое пособие / В. А. Коковин, А. В. Куликов, А. А. Масликов. - Москва : Прометей, 2014. - 83с. : ил. 978-5-7042-2536-2
Коковин, В.А. Лабораторные работы по общей физике. Электричество : электронное методическое пособие / В.А. Коковин, А.В. Куликов, А.А. Масликов. – Протвино, 2017. – 83 с. - Текст : электронный. // Веб-сайт филиала «Протвино» государственного университета «Дубна». – URL: http://uni-protvino.ru/enter_ump.html. Режим доступа ограниченный, по логину и паролю.
 6. Куликов, А.В. Лабораторные работы по общей физике : Оптика / А. В. Куликов, В. А. Петров. - Филиал "Протвино". Кафедра математики и естественных наук. - Дубна : Международный университет природы, общества и человека "Дубна", 2011 . - 48с. : ил.
Куликов, А.В. Лабораторные работы по общей физике. Оптика : электронное методическое пособие / А.В. Куликов, В.А. Петров. – Протвино, 2017. – 48 с. - Текст : электронный.// Веб-сайт филиала «Протвино» государственного университета «Дубна». – URL: http://uni-protvino.ru/enter_ump.html. Режим доступа ограниченный, по логину и паролю.
 7. Масликов А.А. Лабораторные работы по общей физике. Молекулярная физика и термодинамика : электронное методическое пособие / А.А. Масликов; Рец. В.Н.Алдобаев. - Протвино : Филиал "Протвино" государственного университета "Дубна", 2016. - 59с. : ил. – Текст : электронный. // Веб-сайт филиала «Протвино» государственного университета «Дубна». – URL: http://www.uni-protvino.ru/ump_ood_mien.html. Режим доступа ограниченный, по логину и паролю.

Дополнительная учебная литература

1. Дубровский, В.Г. Электричество и магнетизм: Сборник задач и примеры их решения / В.Г. Дубровский, Г.В. Харламов. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2011. – 92 с. – ISBN 978-5-7782-1600-6. – Текст : электронный. // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228733> (дата обращения: 08.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
2. Зоммерфельд, А. Электродинамика / А. Зоммерфельд ; под ред. П.С. Элькин ; пер. с нем. В.И. Котова, Н.Б. Рубина, Б.В. Медведева. – Москва : Иноиздат, 1958. – 502 с. – ISBN 978-5-4475-2046-5. – Текст : электронный. // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278421> (дата обращения: 08.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
3. Кикоин, А.И. Молекулярная физика / А.И. Кикоин, И.К. Кикоин ; ред. В.А. Григорова. – Изд. 2-е, переработанное. – Москва : Наука, 1976. – 478 с. : ил. – (Общий курс физики) - ISBN 978-5-4475-8020-9. – Текст : электронный. // ЭБС "Университетская библиотека онлайн". - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437547> (дата обращения: 09.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю.
4. Кузнецов, С.И. Физика: Механика. Механические колебания и волны. Молекулярная физика. Термодинамика : учеб. пособие / С.И. Кузнецов. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2014. — 248 с. - ISBN 978-5-9558-0317-3 (Вузовский учебник) ; ISBN 978-5-16-006894-7 (ИНФРА-М). - Текст : электронный. // ЭБС "Znanium.com". - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=149547> (дата обращения: 08.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
5. Прошкин, С. С. Механика, термодинамика и молекулярная физика. Сборник задач : учебное пособие для вузов / С. С. Прошкин, В. А. Самолетов, Н. В. Ниженский. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 467 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04772-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <http://biblionline.ru/bcode/453302> (дата обращения: 08.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

6. Тамм, И.Е. Основы теории электричества : учебное пособие / И.Е. Тамм. – 11-е изд., испр. и доп. – Москва : Физматлит, 2003. – 616 с. – ISBN 5-9221-0313-X. – Текст : электронный. // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69243> (дата обращения: 08.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
7. Савельев, И.В. Курс общей физики: В 4 т. Т. 4. Сборник вопросов и задач по общей физике: учебное пособие / И.В. Савельев; под общ. ред. В.И. Савельева. – М.: КНОРУС, 2009. – 384 с.: ил.
8. Сборник задач по общему курсу физики : В 5 т. Т.5 : Атомная физика. Физика ядра и элементарных частиц / В. Л. Гинзбург [и др.]; под ред. Д.В. Сивухина. - 5-е изд., стер. - Москва : Физматлит : Лань, 2006. - 184с. : ил. - ISBN 5-9221-0606-6
9. Физика. Практикум : учеб. пособие / Г.В. Врублевская, И.А. Гончаренко, А.В. Ильюшонок [и др.]. — Минск : Новое знание; Москва : ИНФРА-М, 2012. — 286 с.: ил. — (Высшее образование). - ISBN 978-985-475-487-1 (Новое знание); ISBN 978-5-16-005340-0 (ИНФРА-М). - Текст : электронный. // ЭБС "Znanium.com". - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=264668> (дата обращения: 08.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
10. Хайкин С.Э. Физические основы механики : Учебное пособие / С.Э. Хайкин. - 3-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2008. - 768с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Предм.указ.:с.747. - ISBN 978-5-8114-0895-5.

• **Периодические издания**

1. Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия: научный журнал / Учредитель: МГУ им. М.В. Ломоносова; гл. ред. д.ф.- м.н., проф. Сысоев Н.Н. – М. ФГБОУ ВО МГУ им. М.В. Ломоносова. – Журнал выходит 6 раз в год. – Журнал основан в 1946 году. - ISSN 0579-9392. – Текст : электронный. Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке в БД периодических изданий «East View»: <https://dlib.eastview.com/browse/publication/9085/udb/890>
2. Журнал экспериментальной и теоретической физики: / Учредитель: РАН, Институт физических проблем им. П.Л. Капицы РАН; гл. ред. акад. Андреев А.Ф. - М.: ФГБУ «Российская академия наук». – Журнал выходит 1 раз в мес. - Основан в 1931 году. - ISSN 0044-4510. – Текст : электронный. Полные тексты статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=8682
3. Вестник Московского государственного областного университета. Серия: физика-математика: научный журнал / Учредитель: Московский государственный областной университет; гл. ред. Бугаев А.С. – М.: МГОУ. – Журнал выходит 6 раз в год. - Основан в 1998 году - ISSN 2310-7251. – Текст : электронный. – Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=25657
4. Вестник Московского университета. Серия 1. Математика. Механика: научный журнал / Учредитель: МГУ им. М.В. Ломоносова; гл. ред. Чубариков В.Н. – М.: ФГБОУ ВО МГУ им. М.В. Ломоносова – Журнал выходит 6 раз в год. - Основан в 1946 году. - ISSN 0579-9368. – Текст : электронный. Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке в БД периодических изданий «East View»: <https://dlib.eastview.com/browse/publication/9045/udb/890>
5. Медицинская физика: научно-техническое издание / Учредитель: Ассоциация медицинских физиков России; гл. ред. Наркевич Б.Я, д.т.н., проф., в.н.с. – М.: Ассоциация медицинских физиков России. – журнал выходит 2 раза в полуг. - Основан в 1995 году. – ISSN: 1810-200X. – Текст : электронный. – Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=42372751>

6. Ядерная физика: научный журнал / Учредитель: Институт теоретической и экспериментальной физики им. А.И. Алиханова НИЦ "Курчатовский институт"; гл. ред.: Далькаров О.Д. – М.: ООО «ИКЦ «Академкнига». – Журнал выходит 6 раз в год. - Журнал основан в 1965 году. - ISSN 0044-0027. – Текст : электронный. Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8304

• **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**
Электронно-библиотечные системы и базы данных

1. ЭБС «Znaniium.com»: <http://znaniium.com/>
2. ЭБС «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС «Юрайт»: <https://biblio-online.ru/>
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <http://biblioclub.ru/>
5. Научная электронная библиотека (РУНЭБ) «eLIBRARY.RU»: <http://elibrary.ru>
6. Национальная электронная библиотека (НЭБ): <http://нэб.пф/>
7. Базы данных российских журналов компании «East View»: <https://dlib.eastview.com/>

Научные поисковые системы

1. Math-Net.Ru - современная информационная система, предоставляющая российским и зарубежным математикам различные возможности поиска информации о математической жизни в России – <http://www.mathnet.ru/>
2. Google Scholar - поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций <https://scholar.google.ru/>
3. SciGuide - навигатор по зарубежным научным электронным ресурсам открытого доступа. <http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0601.ssi>
4. ArXiv.org - научно-поисковая система, специализируется в областях: компьютерных наук, астрофизики, физики, математики, квантовой биологии. <http://arxiv.org/>
5. WorldWideScience.org - глобальная научная поисковая система, которая осуществляет поиск информации по национальным и международным научным базам данных и порталам. <http://worldwidescience.org/>

Профессиональные ресурсы сети «Интернет»

1. Федеральная информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>
2. Образовательный математический сайт EXPonent.ru <http://exponenta.ru/>
3. Математический сайт Math.ru <http://math.ru/lib/>
4. Сайт РАН Институт Вычислительной математики: <http://www.inm.ras.ru/>

• **Описание материально-технической базы**

Лабораторные работы по дисциплине «Физика (практикум)» выполняются в специализированной лаборатории (г. Протвино, Северный пр. д.9, к. 113, 203, 306) с использованием соответствующего оборудования для проведения физических опытов и измерений.

При проведении лабораторных работ используются настольные стенды нестандартного исполнения с возможностью подключения стандартных источников питания, измерительных приборов, датчиков и т.п.

Для проведения численных расчётов при выполнении самостоятельных работ студентам предоставляется возможность работы в компьютерных классах на персональных компьютерах с

использованием стандартного программного обеспечения в доступе (программы OpenOffice, МАХІМА свободная лицензия, код доступа не требуется).

Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий с перечнем основного оборудования:

- Компьютерный класс
- Лаборатория физики: Комплект оборудования «Измерение вязкости жидкости методом Стокса». В составе: трубка с жидкостью; основание с датчиками; стальной шарик; электромагнит; измерительный блок L-микро; блок питания.
- Лаборатория физики: Комплект оборудования «Маятник Максвелла». В составе: основание штатива и стойка; перекладина для маятника Максвелла; маятник Максвелла; электромагнит; оптоэлектрический датчик; измерительный блок L-микро; блок питания; линейка.
- Лаборатория физики: Комплект оборудования «Изучение закона сохранения момента импульса». В составе: основание штатива и стойка; датчик угловой скорости с муфтой; стержни (длинные); грузы; ограничители хода грузов; рукоятка для раскрутки системы; измерительный блок L-микро.
- Лаборатория физики: Комплект оборудования «Измерение ускорения свободного падения с помощью математического и физического маятников». В составе: математический маятник-шарик диаметром 18мм на нити; оборотный маятник; оптоэлектрический датчик; измерительный блок L-микро.
- Лаборатория физики: Комплект оборудования «Определение моментов инерции тел». В составе: датчик угловой скорости; стержни (спицы) с грузами; груз наборный (0.12 кг); нить для подвешивания груза; компьютерный измерительный блок L-микро; штангенциркуль.
- Лаборатория физики: Комплект оборудования «Соударение шаров». В составе: основание штатива и стойка; перекладина для подвешивания шаров; пластина для установки датчиков; шары из стали; 2 оптоэлектрических датчика; электромагнит; измерительный блок L-микро; блок питания; штангенциркуль.
- Лаборатория физики: Компьютерный класс. Комплект оборудования «Измерение скорости тела методом баллистического маятника». В составе: баллистический маятник; компьютер; метательное устройство; металлический шарик штатив универсальный; датчик угла поворота; измер. блок L-микро.
- Лаборатория физики: «Измерение теплопроводности воздуха». Компоненты лаборатории L-микро - основание штатива и стойка, 2 коаксиальных стеклянных цилиндрических сосуда с нитью накаливания внутри, компьютерный измерительный блок, блок питания, стальная пластина, термopара совместимая с измерительным блоком, вольтметр совместимый с измерительным блоком, резистор 22 Ом.
- Лаборатория физики: «Изотермический процесс». Компоненты лаборатории L-микро - основание штатива и стойка, поршневой сосуд с изменяемым объемом, датчик объема, датчик абсолютного давления, вакуумный шланг, компьютерный измерительный блок, соединительный кабель.
- Лаборатория физики: «Изохорный процесс». Компоненты лаборатории L-микро - основание штатива и стойка, герметичный стеклянный сосуд, крышка со штуцером, датчик температуры, датчик абсолютного давления, вакуумный шланг, термостатный сосуд, компьютерный измерительный блок, соединительный кабель.
- Лаборатория физики: «Изобарный процесс». Компоненты лаборатории L-микро - основание штатива и стойка, датчик объема газа с контролем температуры K411, датчик абсолютного давления, вакуумный шланг, термостатный сосуд, компьютерный измерительный блок, соединительный кабель.
- Лаборатория физики: «Уравнение состояния идеального газа». Компоненты лаборатории L-микро - основание штатива и стойка, цифровой USB-датчик абсолютного давления, цифро-

вой USB-датчик температуры, узел изотермической установки, соединительная трубка из специальной резины длиной ~25 см, сосуд для воды, горячая вода (~50...60°C), холодная вода (~15°C), штатив с муфтой.

- Лаборатория физики: «Циклические процессы в газе (работа при постоянном давлении)». Компоненты лаборатории L-микро - основание штатива и стойка, узел изобарической установки с контролем температуры, соединительная трубка из специальной резины длиной ~25 см, штатив с муфтой, зажим для трубок, шланг вакуумный, сосуды для холодной и горячей воды.
- Лаборатория физики: «Зависимость давления насыщенных паров от температуры». Компоненты лаборатории L-микро - основание штатива и стойка, цифровой USB-датчик абсолютного давления, стеклянная банка с герметичной крышкой и штуцером, со встроенным цифровым USB-датчиком температуры, соединительная трубка из специальной резины, штатив с муфтой и поперечным стержнем, насос Комовского, зажим для трубок, тройник, шланг вакуумный, сосуд с водой, переходник.
- Лаборатория физики: «Фазовые переходы. Плавление и отвердевание. Испарение и кипение». Компоненты лаборатории L-микро - основание штатива и стойка, компьютерный измерительный блок, датчик температуры до 1000 С, плата с зажимами, ложка для плавления, припой, спиртовка, пробирка, фильтрованная бумага, вата, проволока, спирт, керосин, вода.
- Лаборатория физики: Учебный стенд CLE-118 для разработки и исследования простейших электрических схем-4шт. Комплект оборудования «Изучение процессов зарядки и разрядки конденсатора с помощью виртуального осциллографа». В составе: генератор AWG-4110; набор конденсаторов; милливольтметр; монтажная плата; секундомер; источник питания постоянного тока АТН-1335.
- Лаборатория физики: Учебный стенд CLE-118 для разработки и исследования простейших электрических схем-4шт. Комплект оборудования «Измерение индуктивности мостиком Уитстона». В составе: генератор ГЗ-102; наборы переменных и постоянных сопротивлений; катушка индуктивности; катушка индуктивности с неизвестными параметрами; реохорд.
- Лаборатория физики: Учебный стенд CLE-118 для разработки и исследования простейших электрических схем-4шт. Комплект оборудования «Измерение ёмкости мостиком Уитстона». В составе: генератор ГЗ-102; реохорд; набор конденсаторов; вольтметр; монтажная плата; источник питания с регулятором; светодиоды АЛ307А; диносторы
- Лаборатория физики: Учебный стенд CLE-118 для разработки и исследования простейших электрических схем-4шт. Комплект оборудования «Изучение работы термопары». В составе: электрическая печь; термометр; термопары; зажимы для хим. Штативов; милливольтметр; измерительный блок L-микро; источник питания с регулятором; светодиоды АЛ307А; диносторы.
- Лаборатория физики: Учебный стенд CLE-118 для разработки и исследования простейших электрических схем-4шт. Комплект оборудования «Изучение работы электронного осциллографа». В составе: электронный осциллограф ADS-2111MV; -5шт.; генератор стандартных сигналов ГЗ-102; коммутационные кабели.
- Лаборатория физики: Учебный стенд CLE-118 для разработки и исследования простейших электрических схем-4шт. Комплект оборудования «Изучение колебательных процессов в электрических контурах». В составе: электронный осциллограф ADS-2111MV; -5шт.; генератор стандартных сигналов ГЗ-102; коммутационные кабели; LC- и RLC-контур с компонентами различного номинала.
- Лаборатория физики: Комплект оборудования «Изучение дифракции на одномерной и двумерной решётке». В составе: оптическая скамья; полупроводниковый лазер; дифракционная решетка 50 штрих/мм; дифракционная решетка 150 штрих/мм; экран для наблюдения дифракции; линейка.

- Лаборатория физики: Комплект оборудования «Изучение дифракции». В составе: оптическая скамья; полупроводниковый лазер; оправка с отверстием 0,8мм; оправка со щелью – 2 шт.; линза $f=5\text{см}$, $D=1,5\text{см}$; линза $f=12\text{см}$, $D=5\text{см}$; оправка для линзы; стойка штатива; экран для наблюдения дифракции; линейка.
- Лаборатория физики: Комплект оборудования «Интерференция Ньютона и Френеля». В составе: полупроводниковый лазер; линза $f=5\text{см}$, $D=1,5\text{см}$; сборка «Кольца Ньютона»; бипризма Френеля; оптическая скамья; экран – 2шт.
- Лаборатория физики: Комплект оборудования «Изучение вращения плоскости поляризации». В составе: оптическая скамья; источник света; линза-конденсор; поляризатор; поляризатор-анализатор; оправа поляризатора – 2 шт.; стойка – 2 шт.; плоскопараллельные кюветы с растворами сахара.
- Лаборатория физики: Комплект оборудования «Изучение показателя преломления». В составе: оптическая скамья; источник света; коллиматор; полуцилиндр из прозрачного материала; плоскопараллельная пластина; призма; транспортир большой; линейка миллиметровая.
- Лаборатория физики: Комплект оборудования «Фокальные плоскости линз». В составе: оптическая скамья; 2 источник света (осветители); коллиматор с щелями; линза собирающая; линза рассеивающая; экран; линейка.
- Лаборатория физики: Комплект оборудования «Исследование сложных оптических систем». В составе: оптическая скамья; источник света; коллиматор; коллиматор с 2-мя щелями; линза собирающая – 2 шт.; линза рассеивающая – 2шт; линейка.
- Лаборатория физики: Стенд – Определение коэффициента вязкости воздуха капиллярным методом. ФПТ1-1н
- Лаборатория физики: Стенд – Определение отношения теплоемкостей воздуха при постоянном давлении и постоянном объеме методом Клемана-Дезорма. ФПТ1-6н
- Лаборатория физики: Стенд – Изучение зависимости сопротивления полупроводника от температуры. Определение ширины запрещенной зоны полупроводника. ЭЛБ-190.045.01
- Лаборатория физики: Стенд – Изучение явления гистерезиса ферромагнетиков. ЭЛБ-190.049.01
- Лаборатория физики: Стенд – Изучение эффекта Холла в полупроводниках. ЭЛБ-190.048.01
- Лаборатория физики: Стенд – Некогерентное рассеяние фотонов на свободных электронах. Эффект Комптона. ФЯЛ-02
- Лаборатория физики: Стенд – Изучение внешнего фотоэффекта и определение постоянной Планка. ЭЛБ-190.028.02
- Лаборатория физики: Стенд – Полупроводниковые оптические генераторы. Определение постоянной Планка на основе измерения напряжения включения полупроводниковых излучающих светодиодов и полупроводникового лазера. ФКЛ-20
- Лаборатория физики: Стенд – Изучение закона Стефана-Больцмана. Определение зависимости энергетической светимости нагретого тела от температуры. ЭЛБ-190.046.01
- Лаборатория физики: Стенд – Определение резонансного потенциала атома инертного газа. Опыт Франка и Герца. ЭЛБ-190.048.01
- Лаборатория физики: Стенд – Исследование поглощения и пропускания света. ФКЛ-22
- Лаборатория физики: Стенд – Модель цифрового спектрометра. Изучение спектров щелочных металлов на примере атома натрия. Исследование изотопического сдвига в спектрах водорода и дейтерия. Эффект Зеемана на примере атома ртути. ФКЛ-24
- Лаборатория физики: Стенд – Изучение спектра атома водорода с помощью дифракционной решетки. ЭЛБ-190.044.01
- Лаборатория физики: Стенд – Определение отношения заряда электрона к его массе методом магнетрона. ЭЛБ-190.021.02

- Лаборатория физики: Стенд – Экспериментальная проверка закона Пуассона. ЭЛБ-190.015.03
- Лаборатория физики: Стенд – Опыт Резерфорда. ЭЛБ-190.014.02
- Лаборатория физики: Стенд – Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Определение пробега электронов бета распада методом поглощения. ЭЛБ-190.012.01
- Лаборатория физики: Стенд – Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Определение длины пробега α частиц в воздухе. ЭЛБ-190.010.01
- Лаборатория физики: Стенд – Измерение периода полураспада долгоживущего изотопа. ЭЛБ-190.016.04.

11 Язык преподавания

Русский