

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Университет «Дубна»
(государственный университет «Дубна»)
Филиал «Протвино»
Кафедра «Общеобразовательные дисциплины»

УТВЕРЖДАЮ
Директор

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

« 30 » июня 2023 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, 2023

Авторы программы:

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 (специальности) высшего образования

03.03.02 Физика

(код и наименование направления подготовки (специальности))

Программа рассмотрена на заседании кафедры общеобразовательных дисциплин

(название кафедры)

Протокол заседания №3 от « 29 » июня 2023 г.

Заведующий кафедрой профессор _____ Сытин А. Н.

(Фамилия И.О., подпись)

СОГЛАСОВАНО

И.о. заведующего выпускающей кафедрой профессор _____ Ющенко О.П.

(Фамилия И.О., подпись)

« 29 » 06 _____ 2023 г.

Эксперт (рецензент):

(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание, место работы, должность; если текст рецензии не прикладывается – подпись эксперта (рецензента), заверенная по месту работы)

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цели и задачи освоения модуля.....	4
2.	Место модуля ОФП в структуре ОПОП ВО бакалавриата.....	4
3.	Планируемые результаты обучения по модулю.....	5
4.	Объём дисциплины.....	5
5.	Содержание дисциплины.....	6
6.	Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине.....	13
7.	Фонды оценочных средств.....	14
8.	Ресурсное обеспечение дисциплины.....	15
	Приложение к рабочей программе дисциплины.....	19

1. Цели и задачи освоения модуля

Модуль «Общий физический практикум» (далее – ОФП) имеет целью сформировать у обучающихся профессиональную компетенцию ПК–2 в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 03.03.02 «Физика» с учетом направленности бакалаврской программы – «Медицинская физика».

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.

Объектами профессиональной деятельности при изучении модуля ОФП

являются:

- оборудование ускорительных комплексов как медицинского назначения, так и используемых для проведения исследований в области физики высоких энергий, физических установок, в том числе, медицинского назначения, разработка которых требует проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с целью производства современного оборудования, обеспечивающего совершенствование ядерно-энергетических технологий медицинского назначения;
- современные томографы, выполненные как на основе рентгеновских установок, так и ядерно-магнитно-резонансного типа;
- ультра-звуковые сканеры, в том числе реализованные с использованием фьюжн-технологий.

2. Место модуля ОФП в структуре ОПОП ВО бакалавриата

Модуль Б1.В.01 относится к части дисциплин, формируемых участниками образовательных отношений. Изучается на 1–м, 2–м и 3–м курсах (семестры 1—6).

Модуль «ОФП» базируется на курсах «Общая Физика», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Дифференциальные уравнения».

После освоения модуля «ОФП» студент будет подготовлен к изучению различных дисциплин, связанных с практическими исследованиями и измерениями, такими как: «Цифровая электроника», «Детекторы излучений», «Системы ускорителей медицинского назначения», «Ультразвуковые методы диагностики» и др.; к выполнению выпускной квалификационной работы и последующей научно-технической деятельности по направлению «Физика».

3. Планируемые результаты обучения по модулю

Формируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и формулировка)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2: Способен принимать участие в проведении научных исследований 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.	ПК-2.1. Определяет цель проведения эксперимента и закономерности физических процессов, лежащих в основе физического эксперимента.	Знает теоретические основы проводимых экспериментов
	ПК-2.2. Анализирует современные экспериментальные, теоретические результаты исследований по заданной проблеме.	Владеет методами анализа экспериментальных и теоретических исследований
	ПК-2.3. Формулирует основы работы выбранной физико-технической системы и особенности аппаратуры, используемой в релятивистской ядерной физике.	Знает основы работы выбранной физико-технической системы и особенности аппаратуры, используемой в релятивистской ядерной физике
	ПК-2.4. Осуществляет выбор технических средств, подготовку оборудования, работает на экспериментальных физических установках.	Умеет выбирать технические средства и осуществлять подготовку оборудования при работе на экспериментальных физических установках

*) Результат обучения сформулирован на основании требований профессиональных стандартов:

- Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержден приказом Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации от 04 марта 2014 г. № 121н.
- Локальные нормативные акты государственного университета «Дубна».
- Устав государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Московской области «Университет «Дубна».

4. Объём дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «ОФП» составляет 6 зачетных единицы, 216 часов.

По семестрам:

Вид учебной работы	1-й семестр	2-й семестр	3-й семестр	4-й семестр	5-й семестр	6-й семестр
Общая трудоемкость	36	36	36	36	36	36
<i>Лабораторные работы</i>	17	17	17	17	17	17
<i>Самостоятельная работа</i>	19	19	19	19	19	19
Вид итогового контроля	зачёт	зачёт	зачёт	зачёт	зачёт	зачёт

5. Содержание дисциплины очная форма обучения

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 ¹								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 обсчета результатов и оценки погрешностей. Принципы статистического подхода в теории погрешностей					2					2	2	
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	2	
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	2	
Измерение ускорения свободного падения с помощью математического и физического маятников. Определяется ускорение свободного падения посредством измерения периодов колебания математического и физического маятника. В					2					2	2	

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

случае физического маятника для ликвидации зависимости от момента инерции используется обратный 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	2		
Маятник Максвелла. Измеряется момент инерции осесимметричного твердого тела в виде диска и сравнивается с теоретически рассчитанным значением.					2					2	2		
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	2		
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	2		
Защита работ.					1					1	3		
Промежуточная аттестация <u>зачёт</u> (указывается форма проведения)**												X	
Итого	36				17					17	19		19

II семестр

1.Измерение теплопроводности воздуха					2					2	2		
--------------------------------------	--	--	--	--	---	--	--	--	--	---	---	--	--

2.Исследование изотермического процесса					2					2	2		
3.Исследование изохорного процесса					2					2	2		
4.Исследование изобарического процесса					2					2	2		
5.Уравнение состояния идеального газа					2					2	2		
6.Циклические процессы в газе (работа при постоянном давлении)					2					2	2		
7.Определение коэффициента вязкости воздуха капиллярным методом					2					2	2		
8.Определение отношения теплоемкостей воздуха при постоянном давлении и постоянном объеме методом Клемана-Дезорма.					2					2	2		
Защита работ.					1					1	3		
Промежуточная аттестация <i>зачёт (указывается форма проведения)**</i>												X	X
Итого	36				17					17	19		19
III семестр													
1. Осциллограф. Студенты знакомятся с осциллографом. Производят настройку панели управления и калибровку каналов. Определяют частоту и амплитуду различных исследуемых сигналов. ([5] Л.р.1)					2					2	2		
2. Изучение свободных затухающих колебаний в колебательном контуре Студенты изучают затухающие свободные колебания в RLC-контуре; измеряют параметры колебательного контура: периода колебаний T , логарифмического декремента затухания λ , критического сопротивления контура $R_{кр}$.					2					2	2		
3. Изучение явления взаимной индукции. Студенты экспериментально определяют коэффициент взаимной индукции двух соленоидов и сравнивают с рассчитанным теоретически.					2					2	2		
4. Сложение гармонических колебаний. Студенты изучают сложение гармонических колебаний с помощью осциллографа, определяют периоды колебаний и погрешности измерений.					2					2	2		

5. Изучение электронно-дырочного перехода в полупроводниках. Цель работы: построение вольт-амперной характеристики полупроводникового диода и температурной зависимости тока дрейфа полупроводникового p-n перехода.					2					2	2		
6. Изучение зависимости сопротивления полупроводника от температуры. Определение ширины запрещенной зоны полупроводника. Студенты измеряют зависимость сопротивления кремниевого и германиевого полупроводников от температуры и определяют для них ширину запрещенной зоны.					2					2	2		
7. Изучение явления гистерезиса ферромагнетиков. Измеряются характеристики ферромагнетика по предельной петле гистерезиса, снимается основная кривая намагниченности и определяются потери энергии при перемагничивании ферромагнетика.					2					2	2		
8. Изучение эффекта Холла в полупроводниках. Изучается зависимость индукции магнитного поля соленоида от тока соленоида и зависимости напряжения и тока датчика Холла от индукции магнитного поля соленоида.					2					2	2		
Защита работ.					1					1	3		
Промежуточная аттестация <u>зачёт</u> **		X	X										
Итого	36				17					17	19		19
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		
2. Определение скорости света. Измеряется разность фаз между прямым и отражённым лучами света, на основании измерений вычисляется скорость света; определяется показатель					2					2	2		

преломления оргстекла													
3. Определение фокусного расстояния рассеивающей линзы. Фокусное расстояние рассеивающей линзы измеряется с помощью собирающей линзы.					2					2	2		
4. Определение радиуса кривизны линзы с помощью явления интерференции. Изучается явление интерференции на примере колец равной толщины и определяется радиус кривизны собирающей линзы.					2					2	2		
5. Изучение дифракционных явлений. Студенты наблюдают явление дифракции света на дифракционной решетке и определяют период дифракционной решетки и область пропускания светофильтров.					2					2	2		
6. Изучение дисперсии света. Студенты определяют зависимость оптической силы линзы и коэффициента преломления стекла от длины волны исследуемого света.					2					2	2		
7. Изучение спектров (водорода, гелия, неона) с помощью дифракционной решетки. Изучение основных приёмов работы с дифракционной решеткой.					2					2	2		
8. Изучение поляризации света. Производится исследование поляризации света при отражении от диэлектрика, определение угла полной поляризации. Изучается прохождение света через поляроиды.					2					2	2		
Защита работ.					1					1	3		
Промежуточная аттестация <u>зачёт</u>	X									X			
Итого	36				17					17	19		19

V семестр														
1. Изучение внешнего фотоэффекта и определение постоянной Планка. Экспериментальное под-					2						2	2		

тверждение закономерностей внешнего фотоэффекта. Экспериментальное определение красной границы фотоэффекта, работы выхода фотокатода и постоянной Планка.													
2. Некогерентное рассеяние фотонов (гамма-квантов) на свободных электронах. Эффект Комптона. Экспериментальное подтверждение закономерностей эффекта Комптона. Экспериментальное определение комптоновской длины волны электрона.					2					2	2		
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	2		
4. Полупроводниковые оптические генераторы. Определение постоянной Планка на основе измерения напряжения включения полупроводниковых излучающих светодиодов и полупроводникового лазера.					2					2	2		
5. Изучение закона Стефана-Больцмана. Определение зависимости энергетической светимости нагретого тела от температуры.					2					2	2		
6. Опыт Франка и Герца. Определение резонансного потенциала атома инертного газа.					2					2	2		
7. Исследование поглощения и пропускания света.					2					2	2		
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	2		
Защита работ.					1					1	3		
Промежуточная аттестация <u>зачёт</u> (указывается форма проведения)**													
Итого	36				17					17	19		19

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 .					4					2	4	
2. Опыт Резерфорда. Знакомство с методикой экспериментального обоснования ядерной модели атома. Экспериментальное подтверждение модели атомного ядра как точечного заряда. Проверка модельных соотношений для сечения рассеяния, полученных Резерфордом.					2					2	2	
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	2	
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).					4					2	4	
5. Определение отношения заряда электрона к его массе методом магнетрона.					2					4	2	
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 K^{40} .					2					4	2	
Защита работ.					1					1	3	
Промежуточная аттестация <u>зачёт</u> **		X	X									
Итого	36				17					17	19	19

6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине

Для обеспечения реализации программы дисциплины разработаны методические материалы к практическим (семинарским) занятиям.

Методические материалы по дисциплине (модулю) и образовательной программе в целом представлены на официальном сайте образовательной организации (раздел «Сведения об образовательной организации» – Образование – Образовательные программы).

• 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	9	40
УО-1.2	Подготовка к выполнению и сдаче лабораторных работ №№ 4–7	10	45

2-ой семестр.

Обозначение	Содержание	Трудоёмкость (часы)	Максимальное кол-во баллов
УО-1.1	Подготовка к выполнению и сдаче лабораторных работ №№ 1–4	9	45
УО-1.2	Подготовка к выполнению и сдаче лабораторных работ №№ 5–8	10	45

3-ий семестр.

Обозначение	Содержание	Трудоёмкость (часы)	Максимальное кол-во баллов
УО-1.1	Подготовка к выполнению и сдаче лабораторных работ №№ 1–4	9	45
УО-1.2	Подготовка к выполнению и сдаче лабораторных работ №№ 5–8	10	45

4-ый семестр.

Обозначение	Содержание	Трудоёмкость (часы)	Максимальное кол-во баллов
УО-1.1	Подготовка к выполнению и сдаче лабораторных работ №№ 1–4	9	45
УО-1.2	Подготовка к выполнению и сдаче лабораторных работ №№ 5–8	10	45

5-ый семестр.

Обозначение	Содержание	Трудоёмкость (часы)	Максимальное кол-во баллов
-------------	------------	---------------------	----------------------------

		сы)	
УО-1.1	Подготовка к выполнению и сдаче лабораторных работ №№ 1–4	9	45
УО-1.2	Подготовка к выполнению и сдаче лабораторных работ №№ 5–8	10	45

6-ой семестр.

Обозначение	Содержание	Трудоёмкость (часы)	Максимальное кол-во баллов
УО-1.1	Подготовка к выполнению и сдаче лабораторных работ №№ 1–3	12	45
УО-1.2	Подготовка к выполнению и сдаче лабораторных работ №№ 4–6	7	45

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

- **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.

7. Фонды оценочных средств

Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы по дисциплине разработаны фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения (знания, умения, навыки) и сформированные (формируемые) компетенции.

Эти фонды включают теоретические вопросы, типовые практические задания, контрольные работы, домашние работы, тесты, примерные темы курсовых работ (проектов) и критерии их оценивания и иные оценочные материалы, используемые при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении к рабочей программе.

При необходимости обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и инвалиды обеспечиваются оценочными материалами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,

- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

8. Ресурсное обеспечение дисциплины

Основная учебная литература

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики : Учебное пособие для вузов в 5 т. Т.1 : Механика / Д. В. Сивухин. - 6-е изд., стер. - Москва : Физматлит, 2017. - 560с. : ил. - ISBN 978-5-9221-1512-4.
2. 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.
3. 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.
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.
5. 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.
6. Кузнецов, С. И. Физика: Механика. Механические колебания и волны. Молекулярная физика. Термодинамика : учеб. пособие / С.И. Кузнецов. — 4-е изд., испр. и доп. — М. : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2018. — 248 с. - ISBN 978-5-9558-0317-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/956681> (дата обращения: 14.11.2022). – Режим доступа: по подписке.
7. 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.
8. 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.
9. Сивухин Д.В. Общий курс физики : Учебное пособие для вузов в 5 т. Т.5 : Атомная и ядерная физика / Д. В. Сивухин. - 3-е изд., стер. - М. : Физматлит, 2018. - 784с. : ил. - ISBN 978-5-9221-0645-0
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
11. Коковин, В.А. Лабораторные работы по общей физике: Электричество / В. А. Коковин, А.В. Куликов, А. А. Масликов. - Филиал "Протвино". Кафедра математики и естественных наук. - Москва: Прометей, 2014. - 83с. : ил.
12. 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.
13. Масликов, А. А. Общий физический практикум: атомная физика : практикум / А. А. Масликов. — Дубна : Гос. ун-т «Дубна», 2022. — 118, [2] с.
14. Масликов, А.А. Общий физический практикум: физика атомного ядра и элементарных частиц: практикум / А.А. Масликов. - Дубна: Гос. ун-т "Дубна", 2021. - 87 (1) с.

Дополнительная учебная литература

1. Врублевская, Г. В. Физика. Практикум : учеб. пособие / Г.В. Врублевская, И.А. Гончаренко, А.В. Ильющонок [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. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/252334> (дата обращения: 29.04.2021). – Режим доступа: по подписке.
2. Иродов И.Е. Задачи по общей физике : Учебное пособие / И. Е. Иродов. - 15-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2018. - 416с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0319-6.
3. Дубровский, В. Г. Электричество и магнетизм : учебное пособие / В. Г. Дубровский, Г. В. Харламов. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2011. – 92 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228733> (дата обращения: 14.04.2022). – ISBN 978-5-7782-1600-6. – Текст : электронный. – Режим доступа: по подписке.
4. Зоммерфельд, А. Электродинамика / А. Зоммерфельд ; под ред. П. С. Элькиндр ; пер. с нем. В. И. Котова, Н. Б. Рубина, Б. В. Медведева. – Москва : Иноиздат, 1958. – 502 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278421> (дата обращения: 14.04.2022). – ISBN 978-5-4475-2046-5. – Текст : электронный. – Режим доступа: по подписке.
5. Тамм, И. Е. Основы теории электричества : учебное пособие / И. Е. Тамм. – 11-е изд., испр. и доп. – Москва : Физматлит, 2003. – 616 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69243> (дата обращения: 14.04.2022). – ISBN 5-9221-0313-X. – Текст : электронный. – Режим доступа: по подписке.
6. 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
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

• Периодические издания

1. Вестник Московского государственного областного университета. Серия: физика-математика: научный журнал / Учредитель Московский государственный областной университет Гл. ред. А.С. Бугаев. - Журнал основан в 1998 году – Сайт журнала: <http://vestnik-mgou.ru/Series/PhysicsMathematics> Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=25657
2. Вестник Московского университета. Серия 01. Математика. Механика: научный журнал / Учредитель: Московский государственный университет – М.: Издательство Московского университета гл. ред. В.Н. Чубариков– Журнал основан в 1960 году. – Полные электронные версии статей журнала представлены в базе данных периодических изданий компании «East View»: <https://dlib.eastview.com/browse/publication/9045/udb/890>
3. Журнал экспериментальной и теоретической физики / Учредитель: РАН, Институт физических проблем им. П.Л. Капицы РАН. Гл. ред. академик Андреев А.Ф., ИФП РАН. М.: Академиздатцентр «Наука». - Журнал основан в 1873 году. Полные тексты статей доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=8682 и на сайте журнала <http://www.jetp.ac.ru/>

4. Медицинская физика / Учредитель: Ассоциация медицинских физиков России; гл. ред. д. ф.-м. н., проф. В.А. Костылев. – М.: Ассоциация медицинских физиков России. – Журнал основан в 1995 году. Полные тексты статей доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=10064>
5. Ядерная физика / Учредитель: РАН, Издательство «Наука», Гл. ред.: Ю.Г. Абов. – М.: Академиздатцентр «Наука». - Журнал основан в 1965 году. Полные тексты статей доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1549086>

- **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Электронно-библиотечные системы и базы данных

1. ЭБС «Znanium.com»: <http://znanium.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 (ПУНЭБ) «eLIBRARY.RU»: <http://elibrary.ru>
6. Национальная электронная библиотека (НЭБ): <http://нэб.рф/>
7. Базы данных российских журналов компании «East View»: <https://dlib.eastview.com/>

Научные поисковые системы

1. [Google Scholar](https://scholar.google.ru/) - 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/>
2. [SciGuide](http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0601.ssi) - навигатор по зарубежным научным электронным ресурсам открытого доступа. <http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0601.ssi>
3. [WorldWideScience.org](http://worldwidescience.org/) - глобальная научная поисковая система, которая осуществляет поиск информации по национальным и международным научным базам данных и порталам. <http://worldwidescience.org/>
4. [ArXiv.org](http://arxiv.org/) - научно-поисковая система, специализируется в областях: компьютерных наук, астрофизики, физики, математики, квантовой биологии. <http://arxiv.org/>

Профессиональные ресурсы сети «Интернет»

1. Федеральная информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>, раздел [Механика:](http://window.edu.ru/catalog/resources?p_rubr=2.2.74.6.2) http://window.edu.ru/catalog/resources?p_rubr=2.2.74.6.2

- **Описание материально-технической базы**

Лабораторные работы по дисциплине «Физика (практикум)» выполняются в специализированной лаборатории (г. Протвино, Северный пр. д.9, к. 309) 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, МАХИМА свободная лицензия, код доступа не требуется).

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

- Компьютерный класс к.303 (15 ПК) (оборудование в собственности).
- Лаборатория физики к.309, стенды:
 - 1. Соударение шаров. Закон сохранения энергии (Лаборатория L-микро).
 - 2. Измерение скорости тела баллистическим маятником (Лаборатория L-микро).
 - 3. Измерение ускорения свободного падения с помощью математического и физического маятников (Лаборатория L-микро).
 - 4. Изучение закона сохранения момента импульса (Лаборатория L-микро).
 - 5. Маятник Максвелла. Момент инерции (Лаборатория L-микро).
 - 6. Определение моментов инерции тел. (Лаборатория L-микро).
 - 7. Измерение вязкости жидкости методом Стокса (Лаборатория L-микро).
 - 8. Движение по наклонной плоскости (Учтех-Профи).
 - 9. Маятник Обербека (Учтех-Профи).
 - 10. Измерение теплопроводности воздуха (Лаборатория L-микро).
 - 11. Определение коэффициента вязкости воздуха капиллярным методом. ФПТ1-1н.
 - 12. Определение отношения теплоемкостей воздуха при постоянном давлении и постоянном объеме методом Клемана-Дезорма. ФПТ1-6н.
 - 13. Набор демонстрационный «Тепловые явления» (Лаборатория L-микро).
 - 14. Изучение явления взаимной индукции (ЭиМ-М-Л6 Учтех-Профи).
 - 15. Сложение гармонических колебаний (ЭиМ-М-Л9 Учтех-Профи).
 - 16. Изучение электронно-дырочного перехода в полупроводниках (ЭиМ-М-Л15 Учтех-Профи).
 - 17. Изучение свободных затухающих колебаний в колебательном контуре (ЭиМ-М-Л10 Учтех-Профи).
 - 18. Изучение дисперсии света (Учтех-Профи).
 - 19. Изучение дифракции света (2 рабочих места) (Учтех-Профи).
 - 20. Изучение интерференции света (Учтех-Профи).
 - 21. Изучение поляризации света (Учтех-Профи).
 - 22. Определение скорости света (Учтех-Профи).
 - 23. Принцип неопределенности Гейзенберга (Учтех-Профи).
 - 24. Исследование законов геометрической оптики (Учтех-Профи).

Приложение к рабочей программе дисциплины
Фонды оценочных средств

ИНДИКАТОР ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (код и наименование)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ ШКАЛА оценивания				
	1	2	3	4	5
ПК-2.1. Определяет цель проведения эксперимента и закономерности физических процессов, лежащих в основе физического эксперимента.	Отсутствие знания	Не знает или знает слабо теоретические основы проводимых экспериментов. Допускает множественные грубые ошибки.	Удовлетворительно знает теоретические основы проводимых экспериментов. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Хорошо знает теоретические основы проводимых экспериментов. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное знание теоретических основ проводимых экспериментов. Не допускает ошибок.
ПК-2.2. Анализирует современные экспериментальные, теоретические результаты исследований по заданной проблеме.	Отсутствие владения	Не владеет или слабо владеет методами анализа экспериментальных и теоретических исследований Допускает множественные грубые ошибки.	Удовлетворительно владеет методами анализа экспериментальных и теоретических исследований. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Хорошо владеет методами анализа экспериментальных и теоретических исследований, но допускает отдельные неточности. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное владение методами анализа экспериментальных и теоретических исследований. Не допускает ошибок.
ПК-2.3. Формулирует основы работы выбранной физико-технической системы и особенности аппаратуры, используемой в релятивистской ядерной физике.	Отсутствие знания	Не знает или знает слабо основы работы выбранной физико-технической системы и особенности аппаратуры, используемой в релятивистской ядерной физике. Допускает множественные грубые	Удовлетворительно знает основы работы выбранной физико-технической системы и особенности аппаратуры, используемой в релятивистской ядерной физике. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Хорошо знает основы работы выбранной физико-технической системы и особенности аппаратуры, используемой в релятивистской ядерной физике. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное знание основ работы выбранной физико-технической системы и особенности аппаратуры, используемой в релятивистской ядерной физике. Не допускает ошибок.

		ошибки.			
ПК-2.4. Осуществляет выбор технических средств, подготовку оборудования, работает на экспериментальных физических установках.	Отсутствии умения	Не умеет или слабо умеет выбирать технические средства и осуществлять подготовку оборудования при работе на экспериментальных физических установках. Допускает множественные грубые ошибки.	Удовлетворительно умеет выбирать технические средства и осуществлять подготовку оборудования при работе на экспериментальных физических установках. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Хорошо умеет выбирать технические средства и осуществлять подготовку оборудования при работе на экспериментальных физических установках. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное умение выбирать технические средства и осуществлять подготовку оборудования при работе на экспериментальных физических установках. Не допускает ошибок.

- **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 10 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.