

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет
имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
(ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России)**

Медико-биологический факультет

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан медико-биологического факультета

д-р биол. наук, проф.

_____ Е.Б. Прохорчук

«28» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.О.17 «ОПТИКА, АТОМНАЯ ФИЗИКА»

**для образовательной программы высшего образования -
программы специалитета
по специальности**

06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология

специализация: Биомедицина

Москва 2023 г.

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.17 «Оптика, атомная физика» (Далее – рабочая программа дисциплины), является частью программы специалитета по специальности 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология.

Специализация: Биомедицина

Форма обучения: очная.

Рабочая программа дисциплины подготовлена на кафедре Физики медико-биологического факультета (далее – кафедра) ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России авторским коллективом

Составители:

№ п.п.	Фамилия, Имя, Отчество	Ученая степень, ученое звание	Занимаемая должность	Основное место работы	Подпись
1.	Гусейн-заде Намик Гусейнага оглы	доктор физико- математиче- ских наук, профессор	Заведующий кафедрой физики медико- биологического факультета	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России	
2.	Кончечков Евгений Михайлович	кандидат физико- математич еских наук	Доцент кафедры Физики медико- биологическо го факультета	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России	
3.	Плохов Дмитрий Игоревич	кандидат физико- математич еских наук	Доцент кафедры Физики медико- биологическо го факультета	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России	
4.	Богачев Николай Николаевич	кандидат физико- математич еских наук	Доцент кафедры Физики медико- биологическо го факультета	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России	

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры (Протокол № 202 от «25» мая 2023 г.).

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№	Фамилия,	Ученая	Занимаемая	Основное место работы	Подпис
---	----------	--------	------------	-----------------------	--------

п.п.	Имя, Отчество	степень, ученое звание	должность		Ь
1.	Лагунин Алексей Александров ич	доктор биологически х наук	заведующий кафедрой биоинформа тики МБФ, заместитель декана МБФ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России	
2.	Батищев Олег Вячеславови ч	доктор физико- математическ их наук, доцент	заведующий кафедрой общей и медицинской биофизики медико- биологическ ого факультета	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России	
3.	Овчинников Руслан Константинов ич	Канд. мед. наук	Доцент кафедры общей и клеточной биологии МБФ заместитель декана МБФ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России	

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена советом медико-биологического факультета, протокол № 7 от «28» июня 2023 г.

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

- 1) Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по специальности 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «27» июля 2021 г. №675 (далее – ФГОС ВО (3++)).
- 2) Общая характеристика образовательной программы.
- 3) Учебный план образовательной программы.
- 4) Устав и локальные акты Университета.

1. Общие положения

1.1. Цель и задачи освоения дисциплины

1.1.1. Цель освоения дисциплины:

- формирование естественнонаучного мировоззрения;
- развитие логического мышления, интеллектуальных и творческих способностей;
- развитие умения применять знание законов физики для объяснения различных природных явлений, свойств материи, принципов работы технических приборов и оборудования.

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения программы дисциплины:

- изучение основных фундаментальных физических теорий (классической механики, молекулярной физики, термодинамики, классической электродинамики, специальной теории относительности, волновой оптики, квантовой оптики, квантовой механики атомов и молекул, теории элементарных частиц);
- формирование представлений о методах научного познания природы, о современной физической картине мира, о соотношении между действительностью и ее абстрактной моделью;
- формирование базовых навыков применения физических законов для решения медико-биологических задач;
- овладение умениями планировать и выполнять эксперимент, обрабатывать результаты измерений, выдвигать гипотезы и строить абстрактные модели, устанавливать границы их применимости;
- овладение навыками работы с разными измерительными приборами и инструментами;
- формирование у студента навыков общения с коллективом.

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Оптика, атомная физика» изучается в 4 и 5 семестрах и относится к обязательной части Блока 1 Дисциплины. Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся должны освоить следующие дисциплины: школьные курсы математики, физики и химии; а также ряда разделов дисциплины «Высшая математика», «Механика, электричество». Дисциплина «Оптика, атомная физика» опирается на дисциплину «Высшая математика», является основой для изучения сопутствующих дисциплин математического и естественнонаучного цикла и необходимой для продуктивного изучения дисциплин профессионального цикла.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Общая патология, Молекулярная биология, Молекулярная фармакология, Биофизика

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы:

4,5 семестры

Код и наименование компетенции		Код и наименование индикатора компетенции	наименование достижения	Планируемые результаты освоения дисциплины (уровень сформированности индикатора (компетенции))
Общепрофессиональные компетенции				
ОПК-2. Способен планировать и проводить биологические эксперименты, используя современное оборудование, включая физико-химические методы структурной биологии, молекулярного моделирования, биоинформатики, другие информационные технологии и базы данных, соблюдать правила биоэтики, безопасности экспериментальной работы и требования информационной безопасности.				
ОПК-2.ИД.1 Планирует и проводит биологические эксперименты, используя современное оборудование		Знать:		основные законы физики; физические явления и процессы; понятия механики, теории колебаний и волн, гидроаэромеханики, молекулярно-кинетической теории, специальной теории относительности, принципы работы современного экспериментального оборудования для выполнения работ, связанных с данными областями физики (механикой, гидроаэромеханикой, колебаниям и волнам, молекулярной физики, СТО); методы проведения измерений; основы научного подхода; теоретические основы физических методов и возможности их применения; основные методы обработки и представления экспериментальных результатов; приемы составления научно-технических отчетов, обзоров; физические основы биофизических и физико-химических технологий
		Уметь:		проводить анализ наблюдаемых в профессиональной деятельности явлений на соответствие тем или иным фундаментальным физическим теориям; выявлять физические механизмы, лежащие в основе явления и определяющие его развитие; строить физические модели изучаемых явлений; выбирать необходимые экспериментальные методы, адекватные поставленным задачам; применять научный подход и накопленные физические знания для познания окружающего мира в парадигме современной науки; выявлять причинно-следственные связи между событиями и явлениями на основе научного подхода; синтезировать имеющиеся научные знания для постижения более сложных физических явлений; осваивать новые методы исследований и модели; проводить аналитическую работу с литературными источниками; использовать методы описания физических процессов при разработке, моделировании и постановке исследовательских задач;

		выявлять критические моменты и проблемы биофизических и физико-химических технологий имеющие физическую причину; учитывать физические особенности конкретной технологии, а также возможности промышленности по её реализации.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	применения фундаментальных физических законов, понятий и методов для решения стандартных профессиональных задач, определения новых областей исследования и создания новых технологий.
ОПК-6. Способен анализировать и интерпретировать результаты своей профессиональной деятельности, предлагать пути их развития и внедрения, представлять их в письменной и устной форме для различных контингентов слушателей согласно нормам, принятым в профессиональном сообществе		
ОПК-6.ИД 1 Анализирует и интерпретирует результаты своей профессиональной деятельности	Знать:	основы научного подхода;
	Уметь:	проводить анализ наблюдаемых в профессиональной деятельности явлений на соответствие тем или иным фундаментальным физическим теориям;
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	применения фундаментальных физических законов, понятий и методов для решения стандартных профессиональных задач, определения новых областей исследования и создания новых технологий.
ОПК-3. Способен использовать знание современных теоретических и методических подходов точных и смежных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности		
ОПК-3.ИД 1 Использует знание современных теоретических и методических подходов точных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности	Знать:	методы проведения измерений; основы научного подхода; теоретические основы физических методов и возможности их применения; основные методы обработки и представления экспериментальных результатов; приемы составления научно-технических отчетов, обзоров; физические основы биофизических и физико-химических технологий.
	Уметь:	применять научный подход и накопленные физические знания для познания окружающего мира в парадигме современной науки; выявлять причинно-следственные связи между событиями и явлениями на основе научного подхода; синтезировать имеющиеся научные знания для постижения более сложных физических явлений; осваивать новые методы исследований и модели; проводить аналитическую работу с литературными источниками; использовать методы описания физических процессов при разработке, моделировании и постановке исследовательских задач; выявлять критические моменты и проблемы биофизических и физико-химических технологий имеющие физическую причину; учитывать физические особенности конкретной технологии, а также возможности промышленности по её реализации

	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	применения физических методов для решения для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности.
--	-----------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2. Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоемкость

Формы работы обучающихся / Виды учебных занятий/ Формы промежуточной аттестации	Всего часов	Распределение часов по семестрам										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Учебные занятия												
<i>Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КР), в т.ч.:</i>	180				90	90						
Лекционное занятие (ЛЗ)	72				36	36						
Семинарское занятие (СЗ)	48				24	24						
Практическое занятие (ПЗ)												
Практикум (П)												
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)												
Лабораторная работа (ЛР)	48				24	24						
Клинико-практические занятия (КПЗ)												
Специализированное занятие (СПЗ)												
Комбинированное занятие (КЗ)												
Коллоквиум (К)												
Контрольная работа (КР)	8				4	4						
Итоговое занятие (ИЗ)	4				2	2						
Групповая консультация (ГК)												
Конференция (Конф.)												
Иные виды занятий												
<i>Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.</i>	108				54	54						
Подготовка к учебным аудиторным занятиям	108				54	54						
Подготовка истории болезни												
Подготовка курсовой работы												
Подготовка реферата												
Иные виды самостоятельной работы (в т.ч. выполнение практических заданий проектного, творческого и др. типов)												
Промежуточная аттестация												
<i>Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:</i>	9					9						
Зачёт (З)	-*											
Защита курсовой работы (ЗКР)	-*											
Экзамен (Э)**	9					9						
<i>Самостоятельная работа обучающихся при подготовке к промежуточной аттестации (СРПА), в т.ч.</i>	27					27						
Подготовка к экзамену**	27					27						

Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КР+СРС+КРПА+СРПА	324				144	180							
	в зачетных единицах: ОТД (в часах):36	9				4	5							

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов тем дисциплины

4 семестр

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела (модуля), темы дисциплины (модуля)	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
1	2	3	4
Раздел 1. Оптика			
1.	ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6	Тема 1. Основные законы оптики	Понятие света. Геометрическая оптика. Закон отражения. Закон преломления (закон Снелля). Закон обратимости. Полное внутреннее отражение. Принцип Ферма. Тонкие линзы. Уравнение «шлифовщика линз». Сферические зеркала. Построение изображений. Сложение оптических систем. Погрешности оптических систем. Оптические приборы. Энергия световой волны. Фотометрия. Функция видности. Световой поток. Сила света. Освещенность. Яркость. Светимость.
		Тема 2. Интерференция	Электромагнитная природа света. Принцип Гюйгенса и закон преломления. Интерференция световых волн. Принцип суперпозиции. Когерентность и монохроматичность. Сложение когерентных и некогерентных электромагнитных колебаний. Время и длина когерентности. Оптическая длина пути. Расчет интерференционной картины от двух источников. Опыт Юнга. Распределение интенсивности в интерференционной картине. Векторная диаграмма. Изменение фазы волны при прохождении границы раздела сред и отражении. Интерференция света в тонких пленках. Полосы равной толщины и полосы равного наклона. Кольца Ньютона.
		Тема 3. Дифракция света	Понятие дифракции света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция Френеля от диска и круглого отверстия. Дифракция в параллельных лучах от щели. Использование векторных диаграмм для описания дифракции Френеля и Фраунгофера. Разрешающая способность объектива. Дифракционная решетка. Дисперсия и разрешающая способность дифракционной решетки. Дифракция рентгеновского излучения на кристаллической решетке. Формула Вульфа-Брэгга. Голография.
		Тема 4. Поляризация света	Естественный и поляризованный свет. Основные типы поляризаций. Закон Малюса. Степень поляризации. Поляризация при отражении и преломлении света на границе двух диэлектрических сред. Формулы Френеля. Направленность излучения колеблющегося заряда. Угол Брюстера. Двойное лучепреломление. Естественная анизотропия. Одноосные и двуосные кристаллы. Поляроиды и поляризационные призмы. Пластинки в 1/4 и 1/2 длины волны. Искусственная анизотропия. Электрооптические эффекты Керра и Поккельса. Вращение плоскости поляризации.
		Тема 5. Взаимодействие электромагнитных волн с	Дисперсия света. Электронная теория дисперсии. Нормальная и аномальная дисперсии. Связь дисперсии с

		веществом	поглощением. Волновой пакет. Фазовая и групповая скорости света. Поглощение света. Закон Бугера. Рассеяние света. Закон Рэлея. Рассеяние в мутных средах и эффект Тиндала. Эффект Доплера для электромагнитных волн. Излучение Вавилова - Черенкова.
		Тема 6. Квантовая оптика	Тепловое излучение. Равновесное излучение. Энергетическая светимость. Испускательная и поглощательная способности. Абсолютно черное тело. Серое тело. Закон Кирхгофа. Распределение энергии в спектре абсолютно черного тела. Формула Рэлея-Джинса. Квантовая гипотеза и формула Планка. Следствия формулы Планка. Законы Стефана-Больцмана и Вина. Опыт Боте. Энергия и импульс фотона. Корпускулярно-волновой дуализм излучения. Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна. Виды фотоэффекта. Давление света. Опыты Лебедева. Квантовое и волновое объяснения давления света. Эффект Комптона и его теория.

5 семестр

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
1	2	3	4
Раздел 2. Атомная физика			
1.	ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6	Тема 7. Теория атома Резерфорда-Бора	Линейчатые спектры излучения атомарного газа. Модели атома. Опыт Резерфорда. Постулаты Бора. Боровская теория водородного атома. Спектры атома водорода по Бору. Опыт Франка и Герца. Рентгеновская трубка. Тормозное рентгеновское излучение и его коротковолновая граница. Характеристическое рентгеновское излучение. Закон Мозли.
		Тема 8. Волновые свойства материи	Гипотеза де Бройля. Длина волны де Бройля. Волновые свойства частиц. Опытное обоснование корпускулярно-волнового дуализма частиц. Дифракция электронов. Опыты Дэвиссона и Джермера. Соотношение неопределенностей координаты и импульса, энергии и времени. Волновая функция и ее статистический смысл. Волновая функция свободной частицы. Принцип суперпозиции в квантовой механике.
		Тема 9. Основы квантовой механики	Операторы в квантовой механике. Собственные функции и собственные значения. Момент импульса в квантовой механике. Уравнение Шрёдингера и физический смысл его решений. Принцип причинности в квантовой механике. Вероятностный детерминизм в природе. Принцип соответствия. Стационарные состояния. Частица в потенциальной яме. Потенциальный барьер. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Гармонический осциллятор. Атом водорода. решение уравнения Шрёдингера для атома водорода. Главные квантовые числа. Распределение электронного облака.
		Тема 10. Многоэлектронные атомы	Принцип запрета Паули. Заполнение электронных оболочек. Спектры щелочных металлов. Правило отбора. Эффект Зеемана. Мультиплетность спектров и спин электрона. Сложение моментов импульса в атоме. Аномальный эффект Зеемана. Ширина и сдвиг спектральных линий.
		Тема 11. Лазеры	Поглощение, спонтанное и вынужденное испускание излучения. Вывод формулы Планка по Эйнштейну. Кинетика вынужденных переходов. Инверсная заселенность уровней и способы ее создания. Резонансное

			поглощение. Лазеры (рубиновый и гелий-неоновый). Трех и четырехуровневые схемы. Нелинейная оптика.
		Тема 12. Молекулы и кристаллы	Энергия молекулы. Колебательные и вращательные уровни. Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние света. Кристаллическая решетка. Теплоёмкость кристаллов. Фононы. Эффект Мёссбауэра.
		Тема 13. Микроскопия	Сканирующий электронный микроскоп (детектирование вторичных электронов, детектирование отраженных электронов, элементный анализ — энергодисперсионный анализ, волнодисперсионный анализ); двухлучевой микроскоп; атомный силовой микроскоп; рентгеновский диффрактометр; Рамановский микроскоп; конфокальный микроскоп; эллипсомер; профилометр; томограф.
		Тема 14. Физика атомного ядра	Строение атомного ядра. Заряд, размер и масса атомного ядра. Массовое и зарядовое числа. Состав ядра. Нуклоны. Изотопы. Понятие о свойствах и природе ядерных сил. Энергия связи ядра. Удельная энергия связи ядра и ее зависимость от массового числа. Капельная и оболочечная модели ядра.
		Тема 15. Ядерные реакции	Радиоактивность. Закономерности α - и β - распадов атомных ядер. Закон радиоактивного распада. Активность. Дозиметрия. Ядерные реакции и законы сохранения. Реакции деления. Цепная реакция. Реакция синтеза. Ядерная и термоядерная энергетика.
		Тема 16. Элементарные частицы	Фундаментальные взаимодействия. Элементарные частицы и античастицы. Кварки. Виды взаимодействий и их объединение в рамках единой теории. Классификация элементарных частиц. Методы получения и наблюдения элементарных частиц. Космические лучи. Ускорители частиц.

3.2. Перечень разделов (модулей), тем дисциплины (модуля) для самостоятельного изучения обучающимися (при наличии)

Разделы и темы дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися в предусмотрены согласно разделу 4.2.

4. Тематический план дисциплины

4.1. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем

№ п/п	Виды учебных занятий/ форма промежуточной	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименование разделов (модулей) (при наличии). Порядковые номера и наименование тем (модулей) модулей. Темы учебных занятий.	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости.**	Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации ***					
					КП	А	ОК	ОУ	ОП	ЛР
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4 семестр										
		Раздел 1. Оптика								
		Тема 1. Основные законы оптики								
1	ЛЗ	Понятие света. Геометрическая оптика. Закон отражения. Закон преломления (закон Снелля). Закон обратимости. Полное внутреннее отражение. Принцип Ферма.	2	Д	*					
2	СЗ	Геометрическая оптика. Закон преломления. Прохождение светом плоскопараллельных прозрачных пластинок, призм. Полное внутреннее отражение. Сферические зеркала (выпуклые, вогнутые). Мнимое изображение. Фокус сферического зеркала. Тонкие линзы (собирающие, рассеивающие). Фокус, фокальная плоскость. Построение изображений. Оптическая сила. Уравнение линзы. Уравнение «шлифовщика линз».	4	Т	*	*				
3	ЛЗ	Сферические зеркала. Тонкие линзы. Уравнение «шлифовщика линз». Построение изображений. Сложение оптических систем. Погрешности оптических систем. Оптические приборы.	2	Д	*					
4	СЗ	Сложение оптических систем. Угловое и линейное увеличение линзы. Хроматическая аберрация линз. Оптические приборы. Лупа, телескоп, микроскоп.	2	Т	*	*				
5	ЛЗ	Энергия световой волны. Фотометрия. Функция видности. Световой поток. Сила света. Освещенность. Яркость. Светимость.	2	Д	*					
6	ЛР	Изучение микроскопа.	4	Т	*			*		*
		Тема 2. Интерференция								
7	ЛЗ	Электромагнитная природа света. Принцип Гюйгенса и закон преломления. Интерференция световых волн. Принцип суперпозиции. Когерентность и монохроматичность. Сложение когерентных и некогерентных электромагнитных	2	Д	*					

		колебаний. Время и длина когерентности. Оптическая длина пути.								
8	СЗ	Фотометрия. Световой поток. Сила света. Освещенность. Яркость. Светимость.	2	Т	*	*				
9	ЛЗ	Расчет интерференционной картины от двух источников. Опыт Юнга. Распределение интенсивности в интерференционной картине. Векторная диаграмма. Изменение фазы волны при прохождении границы раздела сред и отражении. Интерференция света в тонких пленках. Полосы равной толщины и полосы равного наклона. Кольца Ньютона.	2	Д	*					
10	ЛР	Опыт Юнга.	4	Т	*			*		*
		Тема 3. Дифракция света								
11	ЛЗ	Понятие дифракции света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция Френеля от диска и круглого отверстия. Использование векторных диаграмм для описания дифракции.	2	Д	*					
12	СЗ	Скорость света в среде. Оптическая длина пути. Оптическая разность хода. Изменение оптической длины пути при отражении от оптически более плотных сред. Условие максимумов и минимумов интенсивности света при интерференции. Опыт Юнга. Тонкие пленки. Просветление оптики. Кольца Ньютона. Полосы равной толщины.	2	Т	*	*				
13	ЛЗ	Дифракция в параллельных лучах от щели. Разрешающая способность объектива. Дифракционная решетка. Дисперсия и разрешающая способность дифракционной решетки.	2	Д	*					
14	ЛР	Опыт Ньютона.	4	Т	*			*		*
15	ЛЗ	Дифракция рентгеновского излучения на кристаллической решетке. Формула Вульфа-Брэгга. Голография.	2	Д	*					
16	СЗ	Дифракция плоских и сферических световых волн на круглом отверстии и диске. Метод зон Френеля. Использование векторных диаграмм для расчета интенсивности света в дифракционной картине.	2	Т	*	*				
		Тема 4. Поляризация света								
17	ЛЗ	Естественный и поляризованный свет. Основные типы поляризаций. Закон Малюса. Степень поляризации. Поляризация при отражении и преломлении света на границе двух диэлектрических сред. Формулы Френеля. Направленность излучения колеблющегося заряда. Угол Брюстера.	2	Д	*					
18	ЛР	Дифракционная решетка.	4	Т	*			*		*
19	ЛЗ	Двойное лучепреломление. Естественная анизотропия. Одноосные и двуосные кристаллы. Поляроиды и поляризационные призмы. Пластины в	2	Д	*					

		1/4 и 1/2 длины волны.								
20	СЗ	Дифракция Фраунгофера на щели. Дифракционная решетка. Разрешающая способность дифракционной решетки. Разрешающая сила объектива (дифракционный предел). Дифракция Вульфа-Брэгга.	2	Т	*	*				
21	ЛЗ	Искусственная анизотропия. Электрооптические эффекты Керра и Погкельса. Вращение плоскости поляризации.	2	Д	*					
22	ЛР	Закон Малюса.	4	Т	*			*		*
		Тема 5. Взаимодействие электромагнитных волн с веществом								
23	ЛЗ	Волновой пакет. Фазовая и групповая скорости света. Дисперсия света. Электронная теория дисперсии. Нормальная и аномальная дисперсии. Связь дисперсии с поглощением. Поглощение света. Закон Бугера.	2	Д	*					
24	СЗ	Поляризация световой волны. Поляризатор. Закон Малюса. Формулы Френеля. Закон Брюстера. Степень поляризации. Вращение плоскости поляризации в оптически активных веществах. Полуволновые и четвертьволновые пластинки.	2	Т	*	*				
25	ЛЗ	Рассеяние света. Закон Рэлея. Рассеяние в мутных средах и эффект Тиндаля.	2	Д	*					
26	ЛР	Закон Брюстера. Поляризация при отражении и преломлении света на границе двух диэлектриков.	4	Т	*			*		*
27	ЛЗ	Эффект Доплера для электромагнитных волн. Излучение Вавилова - Черенкова.	2	Д	*					
28	СЗ	Эффект Доплера для электромагнитных волн. Излучение Вавилова-Черенкова.	2	Т	*	*				
		Тема 6. Квантовая оптика								
29	ЛЗ	Тепловое излучение. Равновесное излучение. Энергетическая светимость. Испускательная и поглощательная способности. Абсолютно черное тело. Серое тело. Закон Кирхгофа. Распределение энергии в спектре абсолютно черного тела. Законы Стефана-Больцмана и Вина.	2	Д	*					
30	СЗ	Тепловое излучение. Энергетическая светимость. Спектральная плотность энергетической светимости. Закон Стефана-Больцмана. Универсальная функция Кирхгофа. Абсолютно черное тело. Серое тело. Закон смещения Вина. Формула Планка. Энергия теплового излучения. Энергия фотона. Фотоэффект. Формула Эйнштейна. Работа выхода. Красная граница фотоэффекта. Задерживающая разность потенциалов и определение кинетической энергии фотоэлектронов. Давление, создаваемое светом на черные и зеркальные поверхности. Импульс фотона. Закон сохранения	4	Т	*	*				

		импульса для фотона.								
31	ЛЗ	Формула Рэлея-Джинса. Квантовая гипотеза и формула Планка. Следствия формулы Планка.	2	Д	*					
32	СЗ	Эффект Комптона. Комптоновская длина волны электрона. Законы сохранения энергии и импульса в эффекте Комптона.	2	Т	*	*				
33	ЛЗ	Опыт Боте. Энергия и импульс фотона. Корпускулярно-волновой дуализм излучения. Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна. Виды фотоэффекта.	2	Д	*					
34	КР	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 1	4	Р	*				*	
35	ЛЗ	Давление света. Опыты Лебедева. Квантовое и волновое объяснения давления света. Эффект Комптона и его теория.	2	Д	*					
36	ИЗ	Текущий итоговый контроль по разделу 1	2	И	*				*	
		Всего за семестр:	90							
5 семестр										
		Раздел 2. Атомная физика								
		Тема 7. Теория атома Резерфорда-Бора								
1	ЛЗ	Линейчатые спектры излучения атомарного газа. Модели атома. Опыт Резерфорда. Постулаты Бора. Боровская теория водородного атома. Спектры атома водорода по Бору. Опыт Франка и Герца.	2	Д	*					
2	СЗ	Спектры свечения атома водорода. Обобщенная формула Бальмера. Серии Лаймана, Бальмера, Пашена. Границы серий. Спектры излучения водородоподобных атомов. Боровская орбитальная модель атома водорода. Квантование момента импульса электрона в атоме водорода по Бору. Структура энергетических уровней. Потенциальная, кинетическая и полная энергия электрона в атоме водорода по Бору.	4	Т	*	*				
3	ЛЗ	Рентгеновская трубка. Тормозное рентгеновское излучение и его коротковолновая граница. Характеристическое рентгеновское излучение. Закон Мозли.	2	Д	*					
4	СЗ	Рентгеновская трубка. Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение. Полный спектр рентгеновской трубки. Закон Мозли. Постоянная экранирования. Коротковолновая граница рентгеновского спектра.	2	Т	*	*				
		Тема 8. Волновые свойства материи								
5	ЛЗ	Гипотеза де Бройля. Длина волны де Бройля. Волновые свойства частиц. Опытное обоснование корпускулярно-	2	Д	*					

		волнового дуализма частиц. Дифракция электронов. Опыты Дэвиссона и Джермера.								
6	ЛР	Спектр излучения атомарного водорода.	4	Т	*			*		*
7	ЛЗ	Соотношение неопределенностей координаты и импульса, энергии и времени. Волновая функция и ее статистический смысл. Волновая функция свободной частицы.	2	Д	*					
8	СЗ	Корпускулярно волновой дуализм. Длина волны де Бройля. Электрон в атоме водорода как стоячая волна де Бройля. Фазовая и групповая скорость волн де Бройля. Принцип неопределенности Гейзенберга (координата-импульс и энергия-время). Время жизни электрона в возбужденном состоянии. Естественная ширина спектральных линий.	2	Т	*	*				
		Тема 9. Основы квантовой механики								
9	ЛЗ	Принцип суперпозиции в квантовой механике. Операторы в квантовой механике. Собственные функции и собственные значения. Момент импульса в квантовой механике. Принцип причинности в квантовой механике. Вероятностный детерминизм в природе. Принцип соответствия.	2	Д	*					
10	ЛР	Прохождение электромагнитного излучения через вещество.	4	Т	*			*		*
11	ЛЗ	Уравнение Шрёдингера и физический смысл его решений. Стационарные состояния. Частица в потенциальной яме. Потенциальный барьер. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Гармонический осциллятор.	2	Д	*					
12	СЗ	Волновая функция. Условие нормировки вероятностей. Определение средних значений произвольных функций координаты с помощью волновой функции. Определение вероятностей обнаружения частицы в некоторой области пространства с помощью волновой функции. Уравнение Шредингера. Решение стационарного уравнения Шредингера для частицы в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Собственные функции и собственные значения. Прохождение частицами потенциального барьера.	2	Т	*	*				
13	ЛЗ	Атом водорода. решение уравнения Шрёдингера для атома водорода. Главные квантовые числа. Распределение электронного облака.	2	Д	*					
14	ЛР	Молекулярные спектры.	4	Т	*			*		*
		Тема 10. Многоэлектронные атомы								
15	ЛЗ	Принцип запрета Паули. Заполнение электронных оболочек. Сложение	2	Д	*					

		моментов импульса в атоме. Спектры щелочных металлов. Правило отбора. Мультиплетность спектров и спин электрона.							
16	СЗ	Решение уравнения Шредингера для атома водорода. Определение средних значений координаты, силы Кулона, потенциальной энергии электрона в атоме водорода с помощью волновых функций. Вычисление вероятности обнаружения электрона в атоме водорода в определенных областях пространства.	2	Т	*	*			
17	ЛЗ	Эффект Зеемана. Аномальный эффект Зеемана. Ширина и сдвиг спектральных линий.	2	Д	*				
18	ЛР	Ядра атомов	4	Т	*			*	*
Тема 11. Лазеры									
19	ЛЗ	Поглощение, спонтанное и вынужденное испускание излучения. Вывод формулы Планка по Эйнштейну. Кинетика вынужденных переходов. Инверсная заселенность уровней и способы ее создания. Резонансное поглощение. Лазеры (рубиновый и гелий-неоновый). Трех и четырехуровневые схемы. Нелинейная оптика.	2	Д	*				
20	СЗ	Главные квантовые числа электрона в атоме. Момент импульса электрона в атоме. Орбитальный магнитный момент. Спиновые механический и магнитный моменты. Проекция моментов на произвольное направление. Принцип запрета Паули. Сложение моментов импульса. Момент импульса многоэлектронного атома. Термы атомов. Множитель Ланде.	2	Т	*	*			
Тема 12. Молекулы и кристаллы									
21	ЛЗ	Энергия молекулы. Колебательные и вращательные уровни. Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние света.	2	Д	*				
22	ЛР	Процессы радиоактивного распада	4	Т	*			*	*
23	ЛЗ	Кристаллическая решетка. Теплоёмкость кристаллов. Фононы. Эффект Мёссбауэра.	2	Д	*				
24	СЗ	Волновая функция и энергия одномерного гармонического осциллятора. Ангармонический осциллятор. Молекулы. Энергия молекулы. Энергия диссипации молекулы. Момент инерции молекулы. Колебательные и вращательные уровни.	2	Т	*	*			
Тема 13. Микроскопия									
25	ЛЗ	Сканирующий электронный микроскоп (детектирование вторичных электронов, детектирование отраженных электронов, элементный анализ — энергодисперсионный анализ, волнодисперсионный анализ);	2	Д	*				

		двухлучевой микроскоп; атомный силовой микроскоп; рентгеновский диффрактометр; Рамановский микроскоп; конфокальный микроскоп; эллипсометр; профилометр; томограф.								
26	ЛР	Космические лучи	4	Т	*			*		*
		Тема 14. Физика атомного ядра								
27	ЛЗ	Строение атомного ядра. Заряд, размер и масса атомного ядра. Массовое и зарядовое числа. Состав ядра. Нуклоны. Изотопы. Понятие о свойствах и природе ядерных сил. Энергия связи ядра. Удельная энергия связи ядра и ее зависимость от массового числа. Капельная и оболочечная модели ядра.	2	Д	*					
28	СЗ	Строение атомного ядра. Заряд, размер и масса атомного ядра. Плотность ядерного вещества. Энергия связи ядра. Удельная энергия связи.	2	Т	*	*				
		Тема 15. Ядерные реакции								
29	ЛЗ	Радиоактивность. Закономерности α - и β - распадов атомных ядер. Закон радиоактивного распада. Активность. Дозиметрия.	2	Д	*					
30	СЗ	Превращения ядер при α - и β - распадах. Законы сохранения зарядового и массового числа. Радиоактивность. Основной закон радиоактивного распада. Период полураспада. Активность. Время жизни радиоактивного ядра. Экранирование. Ослабление плотности потока ионизирующих частиц. Ослабление интенсивности гамма излучения. Слой половинного ослабления. Дозиметрия. Поглощенная доза излучения. Мощность дозы. Экспозиционная доза. Мощность экспозиционной дозы. Экспозиционная доза на расстоянии от точечного источника.	4	Т	*	*				
31	ЛЗ	Ядерные реакции и законы сохранения. Реакции деления. Цепная реакция. Реакция синтеза. Ядерная и термоядерная энергетика.	2	Д	*					
32	СЗ	Ядерные реакции. Энергия, выделяющаяся при ядерных реакциях. Цепные ядерные реакции. Ядерная энергетика. Коэффициент размножения нейтронов.	2	Т	*	*				
		Тема 16. Элементарные частицы								
33	ЛЗ	Фундаментальные взаимодействия. Элементарные частицы и античастицы. Кварки. Виды взаимодействий и их объединение в рамках единой теории. Классификация элементарных частиц.	2	Д	*					
34	КР	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 2	4	Р	*				*	
35	ЛЗ	Методы получения и наблюдения элементарных частиц. Космические лучи. Ускорители частиц.	2	Д	*					

36	ИЗ	Текущий итоговый контроль по разделу 2	2	И	*				*
		Всего за семестр:	90						
37	Э	Промежуточная аттестация	9		*		*		
		Всего часов по дисциплине:	189						

Условные обозначения:

Виды учебных занятий и формы промежуточной аттестации *

Виды учебных занятий, формы промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
	Лекционное занятие	Лекция
Семинарское занятие	Семинар	СЗ
Практическое занятие	Практическое	ПЗ
Практикум	Практикум	П
Лабораторно-практическое занятие	Лабораторно-практическое	ЛПЗ
Лабораторная работа	Лабораторная работа	ЛР
Клинико-практические занятия	Клинико-практическое	КПЗ
Специализированное занятие	Специализированное	СЗ
Комбинированное занятие	Комбинированное	КЗ
Коллоквиум	Коллоквиум	К
Контрольная работа	Контр. работа	КР
Итоговое занятие	Итоговое	ИЗ
Групповая консультация	Групп. консультация	КС
Конференция	Конференция	Конф.
Защита курсовой работы	Защита курсовой работы	ЗКР
Экзамен	Экзамен	Э

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**	Сокращённое наименование		Содержание
Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий	Д	Контроль посещаемости занятий обучающимися
Текущий тематический контроль	Тематический	Т	Оценка усвоения обучающимися знаний, умений и опыта практической деятельности на занятиях по теме.
Текущий рубежный (модульный) контроль	Рубежный	Р	Оценка усвоения обучающимися знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу) дисциплины
Текущий итоговый контроль	Итоговый	И	Оценка усвоения обучающимися знаний, умений и опыта практической деятельности по темам (разделам) дисциплины

Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся /виды работы обучающихся/ ***

№	Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (ФТКУ) ***	Техническое и сокращённое наименование	Виды работы обучающихся (ВРО) ***	Типы контроля
---	---------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------	-----------------------------------	---------------

1	Контроль присутствия (КП)	Присутствие	КП	Присутствие	Присутствие
2	Учет активности (А)	Активность	А	Работа на занятии по теме	Участие
3	Опрос устный (ОУ)	Опрос устный	ОУ	Выполнение задания в устной форме	Выполнение обязательно
4	Опрос письменный (ОП)	Опрос письменный	ОП	Выполнение задания в письменной форме	Выполнение обязательно
5	Опрос комбинированный (ОК)	Опрос комбинированный	ОК	Выполнение заданий в устной и письменной форме	Выполнение обязательно
6	Тестирование в электронной форме (ТЭ)	Тестирование	ТЭ	Выполнение тестового задания в электронной форме	Выполнение обязательно
7	Проверка реферата (ПР)	Реферат	ПР	Написание (защита) реферата	Выполнение обязательно
8	Проверка лабораторной работы (ЛР)	Лабораторная работа	ЛР	Выполнение (защита) лабораторной работы	Выполнение обязательно
9	Подготовка учебной истории болезни (ИБ)	История болезни	ИБ	Написание (защита) учебной истории болезни	Выполнение обязательно
10	Решение практической (ситуационной) задачи (РЗ)	Практическая задача	РЗ	Решение практической (ситуационной) задачи	Выполнение обязательно
11	Подготовка курсовой работы (ПКР)	Курсовая работа	ПКР	Выполнение (защита) курсовой работы	Выполнение обязательно
12	Клинико-практическая работа (КПР)	Клинико-практическая работа	КПР	Выполнение клинико-практической работы	Выполнение обязательно
13	Проверка конспекта (ПК)	Конспект	ПК	Подготовка конспекта	Выполнение обязательно
14	Проверка контрольных нормативов (ПКН)	Проверка нормативов	ПКН	Сдача контрольных нормативов	Выполнение обязательно
15	Проверка отчета (ПО)	Отчет	ПО	Подготовка отчета	Выполнение обязательно
16	Контроль выполнения домашнего задания (ДЗ)	Контроль самостоятельной работы	ДЗ	Выполнение домашнего задания	Выполнение обязательно, Участие
17	Контроль изучения электронных образовательных ресурсов (ИЭОР)	Контроль ИЭОР	ИЭОР	Изучения электронных образовательных ресурсов	Изучение ЭОР

4.2. Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Период обучения (семестр). Наименование раздела (модуля), тема дисциплины (модуля)	Содержание самостоятельной работы обучающихся	Всего часов
1	2	3	4
4 семестр			
	Раздел 1. Оптика.		
1.	Тема 1. Основные законы оптики	Работа с учебниками, учебно-методическими пособиями, решение задач, подготовка к защите лабораторных работ, работа с таблицами, электронными демонстрационными материалами.	6

		Подготовка к текущему контролю.	
2.	Тема 2. Интерференция	Работа с учебниками, учебно-методическими пособиями, решение задач, подготовка к защите лабораторных работ, работа с таблицами, электронными демонстрационными материалами. Подготовка к текущему контролю.	6
3.	Тема 3. Дифракция света	Работа с учебниками, учебно-методическими пособиями, решение задач, подготовка к защите лабораторных работ, работа с таблицами, электронными демонстрационными материалами. Подготовка к текущему контролю.	12
4.	Тема 4. Поляризация света	Работа с учебниками, учебно-методическими пособиями, решение задач, подготовка к защите лабораторных работ, работа с таблицами, электронными демонстрационными материалами. Подготовка к текущему контролю.	6
5.	Тема 5. Взаимодействие электромагнитных волн с веществом	Работа с учебниками, учебно-методическими пособиями, решение задач, работа с таблицами, электронными демонстрационными материалами. Подготовка к текущему контролю.	8
6.	Тема 6. Квантовая оптика	Работа с учебниками, учебно-методическими пособиями, решение задач, подготовка к защите лабораторных работ, работа с таблицами, электронными демонстрационными материалами. Подготовка к текущему контролю.	12
7.		Подготовка к текущему рубежному (модульному) контролю по разделу 1 .	4
Всего за семестр			54
5 семестр			
	Раздел 2. Атомная физика		
8.	Тема 7. Теория атома Резерфорда-Бора	Работа с учебниками, учебно-методическими пособиями, решение задач, работа с таблицами, электронными демонстрационными материалами. Подготовка к текущему контролю.	4
9.	Тема 8. Волновые свойства материи	Работа с учебниками, учебно-методическими пособиями, решение задач, работа с таблицами, электронными демонстрационными материалами. Подготовка к текущему контролю.	4
10.	Тема 9. Основы квантовой механики	Работа с учебниками, учебно-методическими пособиями, решение задач, работа с таблицами, электронными демонстрационными материалами. Подготовка к текущему контролю.	6
11.	Тема 10. Многоэлектронные атомы	Работа с учебниками, учебно-методическими пособиями, решение задач, работа с таблицами, электронными демонстрационными материалами. Подготовка к текущему контролю.	8
12.	Тема 11. Лазеры	Работа с учебниками, учебно-методическими пособиями, решение задач, подготовка к защите лабораторных работ, работа с таблицами, электронными демонстрационными материалами. Подготовка к текущему контролю.	6
13.	Тема 12. Молекулы и кристаллы	Работа с учебниками, учебно-методическими пособиями, решение задач, работа с таблицами, электронными демонстрационными материалами. Подготовка к текущему контролю.	6
14.	Тема 13. Микроскопия	Работа с учебниками, учебно-методическими пособиями, решение задач, работа с таблицами, электронными демонстрационными материалами.	4

		Подготовка к текущему контролю.	
15.	Тема 14. Физика атомного ядра	Работа с учебниками, учебно-методическими пособиями, решение задач, подготовка к защите лабораторных работ, работа с таблицами, электронными демонстрационными материалами. Подготовка к текущему контролю.	4
16.	Тема 15. Ядерные реакции	Работа с учебниками, учебно-методическими пособиями, решение задач, работа с таблицами, электронными демонстрационными материалами. Подготовка к текущему контролю.	6
17.	Тема 16. Элементарные частицы	Работа с учебниками, учебно-методическими пособиями, решение задач, подготовка к защите лабораторных работ, работа с таблицами, электронными демонстрационными материалами. Подготовка к текущему контролю.	2
19.		Подготовка к текущему рубежному (модульному) контролю по разделу 2 .	4
	Всего за семестр		54
20.	Экзамен	Подготовка к экзамену.	27
	Итого по дисциплине:		135

5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

5.1. Планируемые результаты обучения по темам и разделам дисциплины

Планируемые результаты обучения по темам и разделам дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения дисциплины – согласно п. 1.3. и содержанием дисциплины – согласно п.3. настоящей рабочей программы дисциплины.

5.2. Формы проведения текущего контроля успеваемости

Текущий контроль успеваемости обучающегося в семестре осуществляется в формах, предусмотренных тематическим планом настоящей рабочей программы дисциплины (см. п. 4.1).

5.3. Критерии, показатели и оценочные средства текущего контроля успеваемости обучающихся

5.3.1 Условные обозначения:

Типы контроля (ТК)*

Типы контроля		Тип оценки
Присутствие	П	наличие события
Участие (дополнительный контроль)	У	дифференцированный
Изучение электронных образовательных ресурсов (ЭОР)	И	наличие события
Выполнение (обязательный контроль)	В	дифференцированный

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**	Сокращённое наименование		Содержание
Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий	Д	Контроль посещаемости занятий обучающимся
Текущий тематический контроль	Тематический	Т	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности на занятиях по теме.
Текущий рубежный (модульный) контроль	Рубежный	Р	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу, модулю) дисциплины
Текущий итоговый контроль	Итоговый	И	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по темам (разделам, модулям) дисциплины

5.3.2. Структура текущего контроля успеваемости по дисциплине

4 семестр

Виды занятий		Формы текущего контроля успеваемости/виды работы		ТК*	ВТК**	Max.	Min.	Шаг
Лекционное занятие	ЛЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	
Семинарское занятие	СЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	
		Учет активности	А	У	Т	10	0	1
Лабораторная работа	ЛР	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	
		Лабораторная работа	ЛР	В	Т	10	0	1
		Опрос устный	ОУ	В	Т	10	0	1
Контрольная работа	КР	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	
		Опрос письменный	ОП	В	Р	100	0	1
Итоговое занятие	ИЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	
		Опрос письменный	ОП	В	И	10	0	1

5 семестр

Виды занятий		Формы текущего контроля успеваемости/виды работы		ТК*	ВТК**	Max.	Min.	Шаг
Лекционное занятие	ЛЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	
Семинарское занятие	СЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	
		Учет активности	А	У	Т	10	0	1
Лабораторная работа	ЛР	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	
		Лабораторная работа	ЛР	В	Т	10	0	1
		Опрос устный	ОУ	В	Т	10	0	1
Контрольная работа	КР	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	
		Опрос письменный	ОП	В	Р	100	0	1
Итоговое занятие	ИЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	
		Опрос письменный	ОП	В	И	10	0	1

5.3.3 Весовые коэффициенты текущего контроля успеваемости обучающихся (по видам контроля и видам работы)

4 семестр

Вид контроля	План в %	Исходно		Формы текущего контроля успеваемости/ виды работы	ТК	План в %	Исходно		Коз ф.
		Баллы	%				Баллы	%	
Текущий дисциплинирующий контроль	5	36	9,84	Контроль присутствия	КП	5	36	9,84	0,14
Текущий тематический контроль	45	120	32,78	Учет активности	У	10	100	27,32	0,10
				Лабораторная работа	В	5	60	16,39	0,08
				Опрос устный	В	30	60	16,39	0,50
Текущий рубежный (модульный) контроль	48	100	27,32	Опрос письменный	В	48	100	27,32	0,48
Текущий итоговый контроль	2	10	2,73	Опрос письменный	В	2	10	2,73	0,20
Мах. кол. баллов	100	366							

5 семестр

Вид контроля	План в %	Исходно		Формы текущего контроля успеваемости/ виды работы	ТК	План в %	Исходно		Козф.
		Баллы	%				Баллы	%	
Текущий дисциплинирующий контроль	5	36	9,84	Контроль присутствия	КП	5	36	9,84	0,14
Текущий тематический контроль	45	120	32,78	Учет активности	У	10	100	27,32	0,10
				Лабораторная работа	В	5	60	16,39	0,08
				Опрос устный	В	30	60	16,39	0,50
Текущий рубежный (модульный) контроль	48	100	27,32	Опрос письменный	В	48	100	27,32	0,48
Текущий итоговый контроль	2	10	2,73	Опрос письменный	В	2	10	2,73	0,20
Мах. кол. баллов	100	366							

5.4 Методические указания по порядку проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине по формам текущего контроля, предусмотренным настоящей рабочей программой дисциплины

Методические указания по порядку проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине по формам текущего контроля, предусмотренным настоящей рабочей программой дисциплины (см. п. 5.3.2) подготавливаются кафедрой и объявляются преподавателем накануне проведения текущего контроля успеваемости.

6. Организация промежуточной аттестации обучающихся

4 семестр.

- 1) Форма промежуточной аттестации согласно учебному плану – зачет.
- 2) Форма организации промежуточной аттестации:
– на основании семестрового рейтинга обучающихся.

5 семестр.

- 1) Форма промежуточной аттестации согласно учебному плану - экзамен.
- 2) Форма организации промежуточной аттестации:
– опрос комбинированный по билетам.
- 3) Перечень тем, вопросов, практических заданий для подготовки к промежуточной аттестации.

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации

1. Геометрическая оптика и ее основные законы. Полное внутреннее отражение. Принцип Ферма.
2. Тонкие линзы. Уравнение линзы. Уравнение «шлифовщика линз».
3. Сложение оптических систем. Погрешности оптических систем. Оптические приборы.
4. Фотометрия. Функция видности. Световой поток. Сила света. Освещенность. Яркость. Светимость.
5. Электромагнитная природа света. Принцип Гюйгенса и закон преломления.
6. Интерференция световых волн. Принцип суперпозиции. Оптическая длина пути.
7. Расчет интерференционной картины от двух источников. Опыт Юнга. Интерференция света в тонких пленках.
8. Полосы равной толщины и полосы равного наклона. Кольца Ньютона.
9. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля.
10. Разрешающая способность объектива. Критерий Рэлея.
11. Дифракционная решетка. Разрешающая способность дифракционной решетки.
12. Дифракция рентгеновского излучения на кристаллической решетке. Формула Вульфа-Брэгга.
13. Естественный и поляризованный свет. Основные типы поляризаций. Закон Малюса. Степень поляризации.
14. Поляризация при отражении и преломлении света на границе двух диэлектрических сред. Формулы Френеля. Угол Брюстера.
15. Двойное лучепреломление. Естественная анизотропия. Одноосные и двуосные кристаллы.
16. Поляроиды и поляризационные призмы. Пластинки в $1/4$ и $1/2$ длины волны.
17. Искусственная анизотропия. Электрооптические эффекты Керра и Погкельса.
18. Дисперсия света. Электронная теория дисперсии.
19. Нормальная и аномальная дисперсии. Связь дисперсии с поглощением.
20. Вращение плоскости поляризации в оптически активных веществах.
21. Дисперсия света. Электронная теория дисперсии.
22. Нормальная и аномальная дисперсии. Связь дисперсии с поглощением.
23. Волновой пакет. Фазовая и групповая скорости света.
24. Поглощение света. Закон Бугера.
25. Рассеяние света. Закон Рэлея. Рассеяние в мутных средах. Эффект Тиндаля.

26. Излучение Вавилова – Черенкова.
27. Эффект Доплера для электромагнитных волн. Красное и синее смещение.
28. Тепловое излучение. Равновесное излучение. Энергетическая светимость.
29. Испускательная и поглощательная способности. Абсолютно черное тело. Серое тело. Закон Кирхгофа.
30. Законы Стефана-Больцмана и Вина. Формула Рэлея-Джинса.
31. Квантовая гипотеза и формула Планка. Следствия формулы Планка.
32. Корпускулярно-волновой дуализм излучения. Энергия и импульс фотона. Опыт Боте.
33. Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна. Виды фотоэффекта.
34. Давление света. опыты Лебедева. Квантовое и волновое объяснения давления света.
35. Эффект Комптона и его теория.
36. Опыт Резерфорда по рассеянию α -частиц.
37. Опыт Франка и Герца, подтверждающий существование дискретных энергетических уровней атома.
38. Линейчатые спектры излучения разреженных газов. Обобщенная формула Бальмера.
39. Боровская теория водородного атома. Спектры атома водорода по Бору.
40. Рентгеновская трубка. Тормозное рентгеновское излучение и его коротковолновая граница. Характеристическое рентгеновское излучение.
41. Гипотеза де Бройля. Волновая природа электрона в атоме.
42. Корпускулярно-волновой дуализм частиц. Длина волны де Бройля. Принцип дополнительности.
43. Волновые свойства частиц. Опытное обоснование корпускулярно-волнового дуализма. Дифракция электронов.
44. Соотношение неопределенностей координаты и импульса, энергии и времени.
45. Волновая функция и ее статистический смысл. Принцип суперпозиции в квантовой механике.
46. Операторы в квантовой механике. Собственные функции и собственные значения.
47. Уравнение Шредингера и физический смысл его решений.
48. Принцип причинности в квантовой механике. Вероятностный детерминизм в природе. Принцип соответствия.
49. Решение уравнения Шредингера для частицы в потенциальной яме с бесконечно-высокими стенками.
50. Прохождение частицей потенциального барьера конечной высоты.
51. Решение уравнения Шредингера для гармонического осциллятора.
52. Квантово-механическая модель строения атома водорода. Решение уравнение Шредингера для основного состояния атома водорода.
53. Главные квантовые числа. Принцип запрета Паули. Заполнение оболочек и подоболочек в атоме.
54. Спектры щелочных металлов. Правило отбора при излучательном переходе.
55. Магнитный момент электрона в атоме. Эффект Зеемана.
56. Спин электрона. Сложение моментов импульса в атоме. Аномальный эффект Зеемана.
57. Ширина и сдвиг спектральных линий.
58. Поглощение, спонтанное и вынужденное испускание излучения. Вывод формулы Планка по Эйнштейну.
59. Лазеры. Инверсная заселенность уровней и способы ее создания. Трех и четырехуровневые схемы.
60. Энергия молекулы. Колебательные и вращательные уровни.
61. Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние света.

62. Сканирующий электронный микроскоп. Просвечивающий электронный микроскоп.
63. Атомный силовой микроскоп.
64. Кристаллическая решетка. Теплоёмкость кристаллов.
65. Фононы. Эффект Мёссбауэра.
66. Строение атомного ядра. Заряд, размер и масса атомного ядра.
67. Понятие о свойствах и природе ядерных сил.
68. Энергия связи ядра. Удельная энергия связи ядра и ее зависимость от массового числа.
69. Капельная и оболочечная модели ядра.
70. Радиоактивность. Закономерности α - и β - распадов атомных ядер.
71. Закон радиоактивного превращения. Активность.
72. Ядерные реакции. Законы сохранения. Эффективное сечение реакции.
73. Ионизирующее излучение. Экранирование. Методы дозиметрии.
74. Реакции деления. Цепная реакция. Ядерная энергетика.
75. Реакция синтеза. Термоядерная энергетика.
76. Элементарные частицы и античастицы. Классификация элементарных частиц.
77. Фундаментальные взаимодействия и их объединение в рамках единой теории.
78. Методы регистрации элементарных частиц.
79. Космические лучи. Ускорители частиц.
80. Кварки. Глюоны.

Экзаменационный билет содержит четыре вопроса (по одному вопросу из каждого раздела дисциплины) и одну ситуационную задачу.

Примерный перечень ситуационных задач для подготовки к промежуточной аттестации

Ситуационная задача № 1

Определить удельную энергию связи $\delta E_{\text{св}}$ (энергию связи, отнесенную к одному нуклону) для ядер: 1) ${}^4_2\text{He}$; 2) ${}^{12}_6\text{C}$. Массы нейтральных атомов гелия и углерода соответственно равны $6.6467 \cdot 10^{-27}$ и $19.9272 \cdot 10^{-27}$ кг.

Ситуационная задача № 2

Определить наименьшую длину волны рентгеновского излучения, если рентгеновская трубка работает при напряжении $U = 150$ кВ.

Ситуационная задача № 3

Определить, какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти протон, чтобы длина волны де Бройля λ для него была равна 1 нм.

Ситуационная задача № 4

Определить интенсивность I гамма-излучения на расстоянии $r = 5$ см от точечного изотропного радиоактивного источника, имеющего активность $A = 148$ ГБк. Считать, что при каждом акте распада излучается в среднем $n = 1.8$ γ -фотонов с энергией 0.51 МэВ каждый.

Ситуационная задача № 5

Счетчик Гейгера, установленный вблизи препарата радиоактивного изотопа серебра, регистрирует поток β -частиц. При первом измерении поток Φ_1 частиц был равен 87 с^{-1} , а по истечении времени $t = 1$ сут поток Φ_2 оказался равным 22 с^{-1} . Определить период полураспада $T_{1/2}$ изотопа.

Ситуационная задача № 6

В кровь человека ввели небольшое количество раствора, содержащего ^{24}Na с активностью $A = 2.0 \cdot 10^3 \text{ Бк}$. Активность 1 см^3 крови через $t = 5 \text{ ч}$ оказалась $A' = 0.267 \text{ Бк/см}^3$. Период полураспада данного радионуклида $T = 15 \text{ ч}$. Найти объем крови человека.

Ситуационная задача № 7

Определить максимальную и минимальную энергии фотона в видимой серии спектра водорода (серии Бальмера).

Ситуационная задача № 8

Покоившееся ядро полония $^{210}_{84}\text{Po}$ выбросило α -частицу с кинетической энергией $T = 5.3 \text{ МэВ}$. Определить кинетическую энергию T ядра отдачи и полную энергию Q , выделившуюся при α -распаде.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (по периодам освоения образовательной программы) – согласно п. 1.3. настоящей рабочей программы дисциплины.

7.2 Критерии, показатели и порядок промежуточной аттестации обучающихся с использованием балльно-рейтинговой системы. Порядок перевода рейтинговой оценки обучающегося в традиционную систему оценок.

4 семестр

Порядок промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине (модулю) в форме зачёта

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме зачёта проводится на основании результатов текущего контроля успеваемости обучающегося в семестре, в соответствии с расписанием занятий по дисциплине, как правило на последнем занятии.

Время на подготовку к промежуточной аттестации не выделяется.

Критерии, показатели и порядок балльно-рейтинговой системы текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю) устанавливается Положением о балльно-рейтинговой системе текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации с изменениями и дополнениями (при наличии).

5 семестр

Порядок промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине (модулю) в

форме экзамена:

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме экзамена организуется в период экзаменационной сессии согласно расписанию экзаменов, на основании результатов текущего контроля успеваемости обучающегося в семестрах, в которых преподавалась дисциплина и результатов экзаменационного испытания.

Порядок допуска обучающихся к промежуточной аттестации в форме экзамена, критерии, показатели и порядок балльно-рейтинговой системы промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине в форме экзамена, а также порядок перевода рейтинговой оценки обучающегося в традиционную систему оценок устанавливается Положением о балльно-рейтинговой системе текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации с изменениями и дополнениями (при наличии).

Условные обозначения:

Типы контроля (ТК)**

Типы контроля		Тип оценки
Присутствие	П	наличие события
Выполнение (обязательный контроль)	В	дифференцированный

Структура итогового рейтинга по дисциплине

Дисциплина	Оптика, атомная физика	
Направление подготовки	Медицинская биофизика	
Семестры	4	5
Трудоемкость семестров в часах (Тдсі)	144	144
Трудоемкость дисциплины в часах за весь период ее изучения (Тд)	288	
Весовые коэффициенты семестровой рейтинговой оценки с учетом трудоемкости (Кросі)	0,5	0,5
Коэффициент экзаменационного семестрового рейтинга за все семестры изучения дисциплины	0,7	
Экзаменационный коэффициент (Кэ)	0,3	

Структура промежуточной аттестации в форме экзамена

Форма промежуточной аттестации	Виды работы*		ТК**	Мах.	Весовой коэффициент, %	Коэффициент одного балла в структуре экзаменационной рейтинговой оценки	Коэффициент одного балла в структуре итогового рейтинга по дисциплине
Экзамен (Э)	Контроль присутствия	П	П	1	5		
	Опрос комбинированный	ОК	В	100	95		

7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для проведения промежуточной аттестации

Типовой экзаменационный билет для промежуточной аттестации в форме экзамена.

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова" Министерства здравоохранения Российской Федерации**

Кафедра Физики МБФ

Билет № 1

*для проведения экзамена по дисциплине «Оптика, атомная физика»
по специальности 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология*

1. Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна. Виды фотоэффекта.
2. Гипотеза де Бройля. Волновая природа электрона в атоме.
3. Определить удельную энергию связи $\delta E_{\text{св}}$ (энергию связи, отнесенную к одному нуклону) для ядер: 1) ${}^4_2\text{He}$; 2) ${}^{12}_6\text{C}$. Массы нейтральных атомов гелия и углерода соответственно равны $6.6467 \cdot 10^{-27}$ и $19.9272 \cdot 10^{-27}$ кг.

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

Гусейн-заде Н.Г.

(Фамилия, ИО)

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Учебные и методические разработки кафедры физики МБФ

1. В.Д. Степахин, Е.М. Кончечков, В.Д. Борзосеков, И.Л. Богданкевич «Методические указания к лабораторным работам по курсу «Оптика» с использованием виртуального практикума «Физикон».

2. В.Д. Степахин, Е.М. Кончечков, А.М. Игнатов, С.Е. Андреев «Методические указания к лабораторным работам по курсу «Атомная физика» с использованием виртуального практикума «Физикон».

Обучение дисциплины складывается из аудиторных занятий, включающих лекционный курс, семинарские занятия и лабораторные работы, а также самостоятельной работы.

Лекционные занятия проводятся в соответствии с календарным планом дисциплины и посвящены теоретической части дисциплины. Лекционные занятия проводятся на кафедре с использованием демонстрационного материала в виде слайдов, учебных фильмов.

Лабораторные работы проходят в учебных аудиториях и учебных лабораториях. Все выполненные задания, процедуры, расчеты, произведенные студентом в процессе лабораторно-практического занятия, подробно описываются и оформляются надлежащим образом в тетради-дневнике по дисциплине. В конце занятия преподаватель проверяет оформление дневника.

Семинарские занятия проводятся в форме собеседования по теме занятия или темам модуля дисциплины. На семинарских занятиях проводится закрепление теоретических знаний, полученных студентами в процессе лекционных занятий и самостоятельной работы путем решения ситуационных задач.

В процессе семинарского и лабораторно-практического занятия студент оформляет тетрадь в форме дневника, где указывает, дату, тему занятия, оформляет теоретическую и практическую информацию по изучаемой теме, выполняет задания в соответствии с соответствующими методическими указаниями.

Самостоятельная работа обучающихся подразумевает подготовку к практическим занятиям и включает изучение специальной литературы по теме (рекомендованные учебники, методические пособия, желательно также ознакомление с материалами, опубликованными в монографиях, специализированных журналах, на рекомендованных сайтах).

Работа с учебной литературой рассматривается как вид учебной работы по дисциплине и выполняется в пределах часов, отводимых на её изучение.

Каждый обучающийся обеспечивается доступом к библиотечным фондам кафедры и ВУЗа.

Работа студента в группе формирует чувство коллективизма и коммуникабельность.

9. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины

9.1. Литература по дисциплине:

	Автор, название, место издания, издательство, год издания	Наличие литературы в библиотеке	
		Кол. экз.	Электр. адрес ресурса
1	2		4

1	Курс физики [Трофимова, Т. И.: учебное пособие для инж.-техн. специальностей вузов. - 15-е изд., стер. - Москва : Академия, 2007. - 558 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование).	41	
2	Курс общей физики [И. В. Савельев. : в 5 кн. Кн. 4 : Волны. Оптика. - М. : Астрель : АСТ, 2008. 12 Курс общей физики И. В. Савельев. [Электронный ресурс] : [учеб. пособие для вузов: в 5 т.]. Т. 4. Волны ; Оптика / И. В. Савельев. – 5-е изд., испр. – СанктПетербург: Лань, 2022. – 256 с. – (Учебники для ВУЗов. Специальная литература). – Режим доступа: http://e.lanbook.com .	Удаленный доступ	https://e.lanbook.com/book/187737
3	Курс общей физики [И. В. Савельев. : в 5 кн. Кн. 5 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. - М. : Астрель : АСТ, 2007.	8	-
4	Курс общей физики [Электронный ресурс] : [учеб. пособие для вузов: в 5 т.]. Т. 5. Квантовая оптика ; Атомная физика ; Физика твердого тела ; Физика атомного ядра и элементарных частиц / И. В. Савельев. – 5-е изд., испр. – Санкт-Петербург : Лань, 2011. – 384 с. – (Учебники для ВУЗов. Специальная литература). – Режим доступа: http://e.lanbook.com .	Удаленный доступ	https://e.lanbook.com/book/210611
5	Задачи по общей физике [Электронный ресурс] : учеб. пособие для вузов / И. Е. Иродов. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 420с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com .	Удаленный доступ	https://e.lanbook.com/book/152437
6	Физика и биофизика [Электронный ресурс] : рук. к практ. занятиям : учеб. пособие / В. Ф. Антонов, А. М. Черныш, Е. К. Козлова, А. В. Коржув. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 336 с. – Режим доступа: http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp .	Удаленный доступ	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970426777.html
7	Физика и биофизика [Электронный ресурс] : учебник / В. Ф. Антонов, Е. К. Козлова, А. М. Черныш. – Москва : ГЭОТАР-медиа, 2015. – 472 с. Удаленный доступ https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435267.html Радиационная биофизика [Электронный ресурс]. Сверхнизкочастотные электромагнитные излучения / Ю. Б. Кудряшов, А. Б. Рубин. – Москва : ФИЗМАТ-ЛИТ, 2014. – 216 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com .	Удаленный доступ	https://e.lanbook.com/book/59635
8	Оптические методы в химии, биологии и медицине [Электронный ресурс] / В. С. Маряхина. – 2-е изд., стер. – Москва : ФЛИНТА, 2015. – 144 с. - Режим доступа: http://ibooks.ru . Удаленный доступ https://ibooks.ru/bookshelf/352219/reading Медицинская физика : курс лекций : учеб. пособие / И. Э. Есауленко [и др.]. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 272 с. – Режим доступа: http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp .	Удаленный доступ	https://www.studentlibrary.ru/book/

9.2. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:

1. Видеолекции и открытые образовательные материалы Физтеха <https://lectoriy.mipt.ru/course?category=Physics&lecturer=>
Курсы видеолекций:
Оптика. <https://lectoriy.mipt.ru/course/Physics-Optics-09L>

- Атомная физика. <https://lectoriy.mipt.ru/course/Physics-QuantumPhysics-13L>
2. Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ" (НИЯУ МИФИ)
 Виртуальный лекторий
 Каталог физических демонстраций
<https://mephi.ru/students/vl/physics/index.php>
 Видео лекций по физике
3. Курсы (МООС)
 Образовательные курсы нового поколения (Massive Open Online Course), подготовленные ведущими вузами России специально для онлайн образования. Для МООС характерны короткие видеоролики, интересные задания и, конечно, оживленное общение преподавателей и студентов.
<https://www.lektorium.tv/>
<https://www.lektorium.tv/subject/2613>
 В частности, Общая физика. Механика (Евгений Иванович Бутиков СПбГУ Физический факультет) <https://www.lektorium.tv/course/22785>
4. Видеолекции по физике Ричарда Фейнмана с переводом (Cornell University)
<http://gorod1277.org/?q=content/videolektsii-po-fizike-s-perevodom-cornell-university>
5. UniverTV.ru – это открытый образовательный видеопортал.
<http://univertv.ru/video/fizika/>
6. Научно-популярные лекции для школьников с демонстрацией физических экспериментов. Цикл лекций организован Фондом поддержки фундаментальной физики при содействии Фонда Дмитрия Зимина «Династия».
<http://elementy.ru/video#ryzhikov>
7. Лекции Сергея Борисовича Рыжикова с демонстрацией физических опытов прочитаны в 2008–2010 годах в Большой демонстрационной аудитории физического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова. www.e-library.ru
8. Энциклопедия Российского законодательства (программа поддержки учебных заведений). «Гаран-студент. Специальный выпуск для студентов, аспирантов, преподавателей»
9. Электронный учебник физики <http://www.physbook.ru/>.
10. Журнал «Медицинская физика», <http://medphys.amphr.ru/>
11. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/>;

9.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при наличии);

1. Автоматизированная образовательная среда университета.
2. Балльно-рейтинговая система контроля качества освоения образовательной программы в автоматизированной образовательной системе университета.

В процессе освоения дисциплины также используются информационные технологии, способы и методы формирования компетенций: лекция-визуализация, лабораторные работы, работа с математической компьютерной программой.

9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения. Оснащение: наборы наглядных электронных материалов по различным разделам дисциплины,

демонстрационные таблицы, презентации лекционного материала, видеofilьмы; учебная мебель (столы, стулья), студенческие микроскопы, наборы макро- и микроскопических препаратов, ноутбук, проектор, экран.

Лаборатория для физпрактикума. Аудитория, оборудованная специализированным программно-аппаратным оборудованием для формирования практических навыков. Оснащена: установка для получения и исследования поляризованного света НТЦ-22.02.2, установка для изучения работы газового лазера НПП-10, учебный комплекс "Волновая оптика" МУК-ОВ, установка "Изучение дифракции света" УП-16, учебная модель абсолютно черного тела НПП-07, учебный комплекс "Квантовая оптика" МУК-ОК, рабочее место преподавателя, учебная лабораторная мебель, ноутбук, проектор, экран

Виртуальный практикум по физике «Физикон» (в двух частях): версия SCORM: веб-приложение по спецификации SCORM

Первая часть виртуального практикума по физике для вузов включает 20 виртуальных лабораторных работ по следующим темам курса общей физики:

Оптика (5)

- Работа № 21. Изучение микроскопа
- Работа № 22. Опыт Юнга
- Работа № 23. Опыт Ньютона
- Работа № 24. Дифракция Фраунгофера на одной щели
- Работа № 25. Дифракционная решетка

Вторая часть виртуального практикума по физике для вузов включает 8 виртуальных лабораторных работ по следующим темам курса общей физики:

Строение вещества (7)

- Работа № 9. Дифракция электронов на кристаллической решетке
- Работа № 10. Внешний фотоэффект
- Работа № 11. Эффект Комптона
- Работа № 12. Прохождение электромагнитного излучения через вещество
- Работа № 13. Дифракция электронов
- Работа № 14. Спектр излучения атомарного водорода
- Работа № 15. Ядра атомов

Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: учебная мебель (столы, стулья), компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), как на территории Университета, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

- доступ к учебному плану, рабочей программе дисциплины, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины;
- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения (состав определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению при необходимости).

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25

экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочей программе дисциплины, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению (при необходимости).

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Заведующий кафедрой

Гусейн-заде Н.Г.

	Содержание	
1.	Общие положения	5
2.	Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость	8
3.	Содержание дисциплины (модуля)	9
4.	Тематический план дисциплины (модуля)	12
5.	Организация текущего контроля успеваемости обучающихся	22
6.	Организация промежуточной аттестации обучающихся	25
7.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)	28
8.	Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)	31
9.	Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	31