

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 (Пироговский Университет)**

Институт биомедицины (МБФ)

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института

Прохорчук Егор Борисович

**Доктор биологических наук,
Член-корреспондент
Российской академии наук**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б.1.О.12 Оптика, атомная физика
для образовательной программы высшего образования - программы специалитета
по специальности
30.05.02 Медицинская биофизика
направленность (профиль)
Медицинская биофизика
Год начала подготовки - 2023**

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.12 Оптика, атомная физика (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы специалитета по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика.

Направленность (профиль): Медицинская биофизика.

Форма обучения: очная.

Составители:

№, п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
--------	------------------------	------------------------	-----------	--------------

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
-------	------------------------	------------------------	-----------	--------------

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«Кафедра физики МБФ»

протокол от «___» _____ № _____

Зав. кафедрой

Гусейн-Заде Намик Гусейнага
оглы

Доктор физико-математических
наук, Профессор

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена ученым советом

« _____ »

протокол от «___» _____ 20__ № _____

Директор Института

Прохорчук Егор Борисович
Доктор биологических наук,

Член-корреспондент
Российской академии наук

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Образовательный стандарт высшего образования ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации по уровню образования специалитет по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика, утвержденный приказом от «29» мая 2020г. № 365 рук.
2. Устав и локальные нормативные акты Университета.
3. Общая характеристика образовательной программы.
4. Учебный план образовательной программы.

© федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

1. Общие положения

1.1. Цель и задачи освоения дисциплины

1.1.1. Цель: - 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 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)
- овладение навыками работы с разными измерительными приборами и инструментами
- овладение умениями планировать и выполнять эксперимент, обрабатывать результаты измерений, выдвигать гипотезы и строить абстрактные модели, устанавливать границы их применимости
- формирование базовых навыков применения физических законов для решения медико-биологических задач
- формирование представлений о методах научного познания природы, о современной физической картине мира, о соотношении между действительностью и ее абстрактной моделью
- формирование у студента навыков общения с коллективом

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Оптика, атомная физика» изучается в 4, 5 семестре(ах) и относится к обязательной части Блока Б.1 «Дисциплины». Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся в рамках образовательной программы должны освоить следующие дисциплины и практики: Высшая математика.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Общая биофизика; Лучевая диагностика; Медицинские нанобиотехнологии; Клиническая лабораторная диагностика; Физика ядерной медицины; Радиационная фармакология; Плазменная медицина; Медицинская электроника.

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

4 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ОПК-1 Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественно-научные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	
ОПК-1.ИД3 Применяет фундаментальные естественнонаучные знания для решения профессиональных задач.	Знать: Основные законы физики; физические явления и процессы; понятия физической, волновой и квантовой оптики, принципы работы современного экспериментального оборудования для выполнения работ, связанных с данными областями физики (физической, волновой и квантовой оптики); 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-1.ИД4 Применяет прикладные естественнонаучные знания для решения профессиональных задач.	Знать: Основные законы физики; физические явления и процессы; понятия физической, волновой и квантовой оптики, принципы работы современного экспериментального оборудования для выполнения работ, связанных с данными областями физики (физической, волновой и квантовой оптики); 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.

5 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ОПК-1 Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественно-научные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	
ОПК-1.ИД3 Применяет фундаментальные естественнонаучные знания для решения профессиональных задач.	Знать: Основные законы физики; физические явления и процессы; понятия атомной и квантовой физики и их взаимосвязь; методы работы с аппаратурой для микромасштабных измерений; принципы работы современного экспериментального оборудования для выполнения работ, связанных с данными областями физики (атомной и квантовой физики); 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 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-1.ИД4 Применяет прикладные естественнонаучные знания для решения профессиональных задач.	Знать: Основные законы физики; физические явления и процессы; понятия атомной и квантовой физики и их взаимосвязь; методы работы с аппаратурой для микромасштабных измерений; принципы работы современного экспериментального оборудования для выполнения работ, связанных с данными областями физики (атомной и квантовой физики); 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 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.

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

Формы работы обучающихся / Виды учебных занятий / Формы промежуточной аттестации		Всего часов	Распределение часов по семестрам	
			4	5
Учебные занятия				
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КРО), в т.ч.:		170	90	80
Семинарское занятие (СЗ)		48	26	22
Лекционное занятие (ЛЗ)		68	36	32
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)		48	24	24
Контрольная работа (КР)		6	4	2
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:		118	54	64
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		118	54	64
Промежуточная аттестация:				
Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:		9	0	9
Экзамен (Э)**		9	0	9
Самостоятельная работа обучающихся при подготовке к промежуточной аттестации (СРПА)**		27	0	27
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КРО+СРО+КРПА+СРПА	324	144	180
	в зачетных единицах: ОТД (в часах): 36	9,00	4,00	5,00

** Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине в форме экзамена организуется в рамках экзаменационной сессии согласно расписанию экзаменов. Время на подготовку к экзамену и его прохождение устанавливается учебным планом образовательной программы.

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

4 семестр

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Оптика			
1	ОПК-1.ИД3 , ОПК-1.ИД4	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.
2	ОПК-1.ИД3 , ОПК-1.ИД4	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.
3	ОПК-1.ИД3 , ОПК-1.ИД4	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.
4	ОПК-1.ИД3 , ОПК-1.ИД4	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.
5	ОПК-1.ИД3 , ОПК-1.ИД4	Тема 5. Взаимодействие электромагнитных волн с веществом	Дисперсия света. Электронная теория дисперсии. Нормальная и аномальная дисперсии. Связь дисперсии с 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.
6	ОПК-1.ИД3 , ОПК-1.ИД4	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
Раздел 1. Атомная физика			
1	ОПК-1.ИД3 , ОПК-1.ИД4	Тема 1. 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.
2	ОПК-1.ИД3 , ОПК-1.ИД4	Тема 2. 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.
3	ОПК-1.ИД3 , ОПК-1.ИД4	Тема 3. 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.
4	ОПК-1.ИД3 , ОПК-1.ИД4	Тема 4. 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.
5	ОПК-1.ИД3 , ОПК-1.ИД4	Тема 5. 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.
6	ОПК-1.ИД3 , ОПК-1.ИД4	Тема 6. Молекулы и кристаллы	Энергия молекулы. Колебательные и вращательные уровни. Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние света. Кристаллическая решетка. Теплоёмкость кристаллов. Фононы. Эффект Мёссбауэра.
7	ОПК-1.ИД3 , ОПК-1.ИД4	Тема 7. 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.
8	ОПК-1.ИД3 , ОПК-1.ИД4	Тема 8. 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.
9	ОПК-1.ИД3 , ОПК-1.ИД4	Тема 9. 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.
10	ОПК-1.ИД3 , ОПК-1.ИД4	Тема 10. 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, тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися

Разделы и темы дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися в программе не предусмотрены.

4. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем при проведении занятий

№ п/п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***				
					КП	ОП	ОК	РЗ	ЛР
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4 семестр									
Раздел 1. Оптика									
Тема 1. Основные законы оптики									
0	ЛЗ	Основные законы оптики	2	Д	1				
1	СЗ	Основные законы оптики	4	Т	1			1	
2	ЛЗ	Основные законы оптики	2	Д	1			1	
3	СЗ	Основные законы оптики	2	Т	1			1	
4	ЛЗ	Основные законы оптики	2	Д	1			1	
5	ЛПЗ	Основные законы оптики	4	Т	1			1	1
6	ЛЗ	Основные законы оптики	4	Д	1			1	1
Тема 2. Интерференция									
7	ЛЗ	Интерференция	2	Д	1			1	1
8	СЗ	Интерференция	2	Т	1			1	1
9	ЛЗ	Интерференция	2	Д	1			1	1
10	ЛПЗ	Интерференция	4	Т	1			1	1
Тема 3. Дифракция света									
11	ЛЗ	Дифракция света	2	Д	1			1	1
12	СЗ	Дифракция света	2	Т	1			1	1
13	ЛЗ	Дифракция света	2	Д	1			1	1
14	ЛПЗ	Дифракция света	4	Т	1			1	1
15	ЛЗ	Дифракция света	2	Д	1			1	1
16	СЗ	Дифракция света	2	Т	1			1	1
Тема 4. Поляризация света									
17	ЛЗ	Поляризация света	2	Д	1			1	1
18	ЛПЗ	Поляризация света	4	Т	1			1	1
19	ЛЗ	Поляризация света	2	Д	1			1	1
20	СЗ	Поляризация света	2	Т	1			1	1
21	ЛЗ	Поляризация света	2	Д	1			1	1
22	ЛПЗ	Поляризация света	4	Т	1			1	1
Тема 5. Взаимодействие электромагнитных волн с веществом									
23	ЛЗ	Взаимодействие электромагнитных волн с веществом	2	Д	1			1	1
24	СЗ	Взаимодействие электромагнитных волн с веществом	2	Т	1			1	1
25	ЛЗ	Взаимодействие электромагнитных волн с веществом	2	Д	1			1	1
26	ЛПЗ	Взаимодействие электромагнитных волн с веществом	4	Т	1			1	1
27	ЛЗ	Взаимодействие электромагнитных волн с веществом	2	Д	1			1	1
28	СЗ	Взаимодействие электромагнитных волн с веществом	2	Т	1			1	1
Тема 6. Квантовая оптика									
29	ЛЗ	Квантовая оптика	2	Д	1			1	1
30	СЗ	Квантовая оптика	4	Т	1			1	1
31	ЛЗ	Квантовая оптика	2	Д	1			1	1
32	СЗ	Квантовая оптика	4	Т	1			1	1
33	КР	Текущий рубежный (модульный) контроль.	4	Р	1	1		1	1
		Всего в семестре	90		34	1		33	29

№ п /п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***				
					КП	ОП	ОК	РЗ	ЛР
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5 семестр									
Раздел 1. Атомная физика									
Тема 1. Теория атома Резерфорда-Бора									
35	ЛЗ	Теория атома Резерфорда-Бора	2	Д	1	1	1	1	1
36	СЗ	Теория атома Резерфорда-Бора	4	Т	1	1	1	1	1
37	ЛЗ	Теория атома Резерфорда-Бора	2	Д	1	1	1	1	1
38	СЗ	Теория атома Резерфорда-Бора	2	Т	1	1	1	1	1
Тема 2. Волновые свойства материи									
39	ЛЗ	Волновые свойства материи	2	Д	1	1	1	1	1
40	ЛПЗ	Волновые свойства материи	4	Т	1	1	1	1	1
41	ЛЗ	Волновые свойства материи	2	Д	1	1	1	1	1
42	СЗ	Волновые свойства материи	2	Т	1	1	1	1	1
Тема 3. Основы квантовой механики									
43	ЛЗ	Основы квантовой механики	2	Д	1	1	1	1	1
44	ЛПЗ	Основы квантовой механики	4	Т	1	1	1	1	1
45	ЛЗ	Основы квантовой механики	2	Д	1	1	1	1	1
46	СЗ	Основы квантовой механики	2	Т	1	1	1	1	1
47	ЛЗ	Основы квантовой механики	2	Д	1	1	1	1	1
48	ЛПЗ	Основы квантовой механики	4	Т	1	1	1	1	1
Тема 4. Многоэлектронные атомы									
49	ЛЗ	Многоэлектронные атомы	2	Д	1	1	1	1	1
50	СЗ	Многоэлектронные атомы	2	Т	1	1	1	1	1
51	ЛЗ	Многоэлектронные атомы	2	Д	1	1	1	1	1
52	ЛПЗ	Многоэлектронные атомы	4	Т	1	1	1	1	1
Тема 5. Лазеры									
53	ЛЗ	Лазеры	2	Д	1	1	1	1	1
54	ЛЗ	Лазеры	2	Д	1	1	1	1	1
Тема 6. Молекулы и кристаллы									
55	ЛЗ	Молекулы и кристаллы	2	Д	1	1	1	1	1
56	ЛПЗ	Молекулы и кристаллы	4	Т	1	1	1	1	1
57	ЛЗ	Молекулы и кристаллы	2	Д	1	1	1	1	1
58	СЗ	Молекулы и кристаллы	2	Т	1	1	1	1	1
Тема 7. Микроскопия									
59	ЛЗ	Микроскопия	2	Д	1	1	1	1	1
60	ЛПЗ	Микроскопия	4	Т	1	1	1	1	1
Тема 8. Физика атомного ядра									
61	ЛЗ	Физика атомного ядра	2	Д	1	1	1	1	1
62	СЗ	Физика атомного ядра	2	Т	1	1	1	1	1
Тема 9. Ядерные реакции									
63	ЛЗ	Ядерные реакции	2	Д	1	1	1	1	1
64	СЗ	Ядерные реакции	4	Т	1	1	1	1	1
Тема 10. Элементарные частицы									
65	СЗ	Элементарные частицы	2	Т	1	1	1	1	1
66	КР	Текущий рубежный (модульный) контроль	2	Р	1	1	1	1	1
67	Э	Промежуточная аттестация	9	ПА	1	1	1	1	1
		Всего в семестре	89		32	32	32	32	32
		Всего по дисциплине	179		66	33	32	65	61

(*, **, *** смотри условные обозначения)

Условные обозначения

Виды учебных занятий*

Виды учебных занятий	Сокращённое наименование	
Лекционное занятие	Лекция	ЛЗ
Лабораторно-практическое занятие	Лабораторно-практическое	ЛПЗ
Семинарское занятие	Семинар	СЗ
Контрольная работа	Контрольная работа	КР

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 по теме занятия
Текущий рубежный контроль	Рубежный	Р	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу, модулю) дисциплины

Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся ***

№	Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся (ФПТКУ)	Техническое и сокращённое наименование		Возможность проведения текущего контроля успеваемости по видам контроля		
				Д	Т	Р
1	Контроль присутствия	Присутствие	КП	+		
2	Опрос письменный	Опрос письменный	ОП			+
3	Опрос комбинированный	Опрос комбинированный	ОК			
4	Решение практической (ситуационной) задачи	Практическая задача	РЗ		+	
5	Проверка лабораторной работы	Лабораторная работа	ЛР		+	

5. Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине

Оценочные средства промежуточной аттестации

5.1. Формы промежуточной аттестации

Семестр	Форма промежуточной аттестации****	Форма проведения промежуточной аттестации
1	2	3
4 семестр		—
5 семестр	Экзамен	Контроль присутствия, Опрос письменный, Опрос комбинированный, Решение практической (ситуационной) задачи, Проверка лабораторной работы

Условные обозначения ****

Формы промежуточной аттестации	Сокращённое наименование
Экзамен	Экзамен Э

6. Структура рейтинга по дисциплине

6.1. Обучающийся имеет право пройти промежуточную аттестацию по дисциплине или её части на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине в соответствующем семестре.

6.2. Критерии, показатели проведения текущего контроля успеваемости с использованием балльно-рейтинговой системы (по семестрам и формам промежуточной аттестации)

Рейтинг по дисциплине рассчитывается по результатам текущей успеваемости обучающегося. Тип контроля по всем формам контроля дифференцированный, выставляются оценки по шкале: "неудовлетворительно", "удовлетворительно", "хорошо", "отлично". Исходя из соотношения и количества контролей, рассчитываются рейтинговые баллы, соответствующие системе дифференцированного контроля.

4 семестр

Виды занятий		Формы проведения текущего контроля успеваемости		Кол-во контролей	Макс. кол-во баллов	Соответствие оценок рейтинговым баллам				
						ТК	ВТК	Отл.	Хор.	Удовл.
Лабораторно-практическое занятие	ЛПЗ	Проверка лабораторной работы	ЛР	6	60	В	Т	10	7	4
Семинарское занятие	СЗ	Решение практической (ситуационной) задачи	РЗ	10	100	В	Т	10	7	4
Контрольная работа	КР	Опрос письменный	ОП	1	351	В	Р	351	234	117
Сумма баллов по дисциплине за семестр					511					

5 семестр

Виды занятий		Формы проведения текущего контроля успеваемости		Кол-во контролей	Макс. кол-во баллов	Соответствие оценок рейтинговым баллам				
						ТК	ВТК	Отл.	Хор.	Удовл.
Лабораторно-практическое занятие	ЛПЗ	Проверка лабораторной работы	ЛР	6	60	В	Т	10	7	4
Семинарское занятие	СЗ	Решение практической (ситуационной) задачи	РЗ	9	90	В	Т	10	7	4
Контрольная работа	КР	Опрос письменный	ОП	1	351	В	Р	351	234	117
Сумма баллов по дисциплине за семестр					501					

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме зачета (на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине (модулю) или её части в семестре)

4 семестр

Шкала оценивания	Критерии выставления оценки
«зачтено»	Рейтинговый балл — не менее 60 % (не менее 302 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«не зачтено»	Рейтинговый балл — менее 60 % (менее 302 баллов) и/или Получение оценки ниже «удовлетворительно» за прохождение хотя бы одного текущего рубежного контроля в семестре или не прохождение рубежного контроля

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме экзамена (на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине (модулю) или её части)

5 семестр

Шкала оценивания	Критерии выставления оценки
«отлично»	Рейтинговый балл не менее 90 % (не менее 900 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«хорошо»	Рейтинговый балл не менее 75 % (не менее 750 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«удовлетворительно»	Рейтинговый балл не менее 60 % (не менее 600 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«неудовлетворительно»	Рейтинговый балл менее 60 % (менее 600 баллов) и/или Получение оценки ниже «удовлетворительно» за прохождение хотя бы одного текущего рубежного контроля в семестре или не прохождение рубежного контроля

7. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

4 семестр

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме зачёта

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. Пластины 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.

5 семестр

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме экзамена

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. Пластины 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.

Образец билета для проведения экзамена

ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Кафедра физики МБФ

Билет № ____

для проведения экзамена по дисциплине «Оптика, атомная физика» по программе
специалитета по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика
направленность (профиль) Медицинская биофизика

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) ; 2) . Массы нейтральных атомов гелия и углерода соответственно равны $6.6467 \cdot 10^{-27}$ и $19.9272 \cdot 10^{-27}$ кг.

Кафедра физики МБФ

Заведующий кафедрой
Гусейн-Заде Намик Гусейнага
оглы
Доктор физико-
математических наук,
Профессор

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Методические указания для подготовки к занятиям семинарского типа

изучить специальную литературу по теме (рекомендованные учебники, методические пособия)

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

9.1. Перечень литературы по дисциплине:

№ п/п	Наименование, автор, год и место издания	Рекомендуется при изучении разделов дисциплины	Количество экземпляров в библиотеке	Электронный адрес ресурса
1	2	3	4	5
1	Курс общей физики: учебное пособие для вузов, Савельев И. В., 2024 - 2025	Атомная физика Оптика	0	https://e.lanbook.com/book/390626
2	Курс физики: учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов, Трофимова Т. И., 2024 - 2025	Атомная физика Оптика	98	
3	Задачи по общей физике, Иродов И. Е., 2024 - 2025	Атомная физика Оптика	0	https://e.lanbook.com/book/392375

9.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе профессиональных баз данных, необходимых для освоения дисциплины

1. PubMed
2. eLibrary
3. ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/>
4. Российская национальная библиотека <https://nlr.ru/>

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

1. MS Windows в редакциях: 7 Pro, 10 Pro, 11 Pro (x86, x64) – лицензия бессрочно
2. MS Office в редакциях: «Standard», «Professional Plus» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
3. MS Visio в редакциях: «Professional» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
4. Astra Linux Special Edition, вариант лицензирования «Орел», РУСБ.10015-10 – лицензия бессрочно
5. Adobe Acrobat Reader – свободно распространяемое ПО
6. Гарант (справочная правовая система) – лицензия до 31.07.2027
7. FastStone Image Viewer – свободно распространяемое ПО
8. Яндекс Браузер для организаций – свободно распространяемое ПО
9. Платформа «1С:Предприятие 8», конфигурации «1С:Документооборот государственного учреждения», «1С:Университет ПРОФ», «1С:Медицина» – лицензия бессрочно
10. Единая цифровая образовательная среда РНИМУ им. Н.И. Пирогова – собственная разработка РНИМУ
11. МТС Линк платформа для проведения вебинаров – лицензия до 04.07.2027 г.
12. Антивирус Kaspersky endpoint Security – лицензия до 19.09.2027 г.
13. Архиватор 7-Zip – свободно распространяемое ПО
14. Платформа «Kinescore» - лицензия до 11.03.2027 г.
15. Система управления обучением (LMS) – лицензия бессрочная
16. Ubuntu – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)
17. Debian – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)
18. Автоматизированная образовательная среда университета
19. MTS Link
20. Балльно-рейтинговая система контроля качества освоения образовательной программы в автоматизированной образовательной системе университета.
21. Google Chrom, www.google.ru/intl/ru/chrom/browser/privacy/eula_text.html, (32 шт.), срок действия лицензии: бессрочно
22. Виртуальный практикум "Физикон"

23. Mozilla Firefox, Mozilla Public License, [www. Mozilla.org/MPL/2.0](http://www.Mozilla.org/MPL/2.0), (32 шт.), срок действия лицензии: бессрочно
24. Office Standard/ Professional Plus 2010 with SP1, дог. № 65164326 от 08.05.2015 (32 шт.), АО «СофтЛайн Трейд», срок действия лицензии: бессрочно

9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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 располагает следующими видами помещений и оборудования для материально-технического обеспечения образовательной деятельности для реализации образовательной программы дисциплины:

№ п /п	Наименование оборудованных учебных аудиторий	Перечень специализированной мебели, технических средств обучения
1	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Доска маркерная, Проектор мультимедийный
2	Аудитория для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), лабораторных практикумов, лабораторных работ, демонстрационных экспериментов групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Доска маркерная, Проектор мультимедийный
3	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
4	Учебная аудитория для проведения промежуточной аттестации	Учебная мебель (столы и стулья для обучающихся), стол, стул преподавателя, персональный компьютер; набор демонстрационного оборудования (проектор, экран, колонки)

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 обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.