

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 материнства и детства

УТВЕРЖДЕНО

Директор

Ильенко Лидия Ивановна

**Доктор медицинских наук,
Профессор**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б.1.О.27 Медицинская и биологическая физика
для образовательной программы высшего образования - программы базового высшего
образования
по направлению подготовки
31.05.02 Педиатрия
направленность (профиль)
Фундаментальная педиатрия
Год начала подготовки - 2026**

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.27 Медицинская и биологическая физика (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы базового высшего образования по направлению подготовки 31.05.02 Педиатрия.

Направленность (профиль): Фундаментальная педиатрия.

Форма обучения: очная.

Составители:

№, п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
1	Кягова Алла Анатольевна	д.м.н., Профессор	Профессор кафедры физики и математики ИФМХ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
2	Филатов Вадим Викторович		Старший преподаватель кафедры физики и математики ИФМХ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
3	Мачнева Татьяна Вячеславовна	д.м.н., Доцент	Заведующий кафедрой физики и математики ИФМХ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
1	Зарубина Татьяна Васильевна	д.м.н., Профессор, член-корреспондент РАН	Заведующий кафедрой медицинской кибернетики и информатики им. С.А. Гаспаряна МБФ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«Кафедра физики и математики ИФМХ»
протокол от «___» _____ № _____

Зав. кафедрой

Мачнева Татьяна Вячеславовна
Доктор медицинских наук,
Доцент

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена ученым советом

« _____ »
протокол от «___» _____ 20__ № _____

Директор

Ильенко Лидия Ивановна
Доктор медицинских наук,
Профессор

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – специалитет по специальности 31.05.02 Педиатрия, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «12» августа 2020 г. № 965 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: Целью освоения дисциплины является получение обучающимися системных знаний о физических свойствах биологических объектов; физических процессах, протекающих в организме человека; о механизмах влияния физических факторов на организм человека; а также готовность к использованию основных физических, биофизических, физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач; способность к организации защиты населения при ухудшении радиационной обстановки.

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения дисциплины:

- Развитие профессионально важных качеств личности, значимых для реализации формируемых компетенций.
- Формирование системных теоретических, научных и прикладных знаний о физических свойствах и биофизических процессах, протекающих в организме человека в норме и патологии; устройстве и назначении медицинской аппаратуры.
- Формирование умений и навыков пользования физическим оборудованием: лабораторным, диагностическим, терапевтическим, хирургическим, реабилитационным, а также оборудованием для поддержания жизнедеятельности.
- Формирование знания правил техники безопасности при работе с медицинской аппаратурой и другими медицинскими изделиями; способности к организации защиты населения при ухудшении радиационной обстановки.

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Медицинская и биологическая физика» изучается в 2 семестре(ах) и относится к обязательной части Блока Б.1 «Дисциплины». Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 з.е.

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

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Роль инструментальных и лабораторных методов исследования в терапии; Патофизиология; Травматология и ортопедия; Лучевая диагностика; Дифференциально-диагностические алгоритмы в педиатрии; Гистология; Анатомия человека с анатомией ребенка; Онкология, лучевая терапия; Детская хирургия; Безопасность жизнедеятельности; Современные возможности терапии и реабилитации в детской дерматокосметологии; Хирургические болезни; Современные возможности инструментальной диагностики ишемических поражений сердца у больных разного возраста; Иммунология; Пропедевтика детских болезней с курсом здорового ребенка; Значение исследований крови в клинической практике; Общая хирургия; Офтальмология; Внутренние и профессиональные болезни; Микробиология, вирусология; Госпитальная педиатрия; Пропедевтика внутренних болезней; Дерматовенерология; Искусственный интеллект в медицине; Общественное здоровье; Медицина катастроф; Стоматология; Гигиена; Топографическая анатомия.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного прохождения практик: Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков диагностического профиля; Клиническая практика терапевтического, хирургического, акушерско-гинекологического профиля; Клиническая практика педиатрического профиля.

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

2 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ОПК-4 Способен применять медицинские изделия, предусмотренные порядком оказания медицинской помощи, а также проводить обследования пациента с целью установления диагноза	
ОПК-4.ИД1 Знает алгоритмы медицинских технологий с использованием специализированного оборудования и медицинских изделий при решении профессиональных задач	Знать: принципы устройства и функционирования медицинской аппаратуры; основные законы оптики, атомной и ядерной физики и их значение в медицине; физические основы диагностических, лечебных и других медицинских методов, основанных на законах оптики, атомной и ядерной физики; особенности применения изученных методов у детей; физические производственные факторы.
	Уметь: безопасно и эффективно применять физическое оборудование и медицинскую аппаратуру в лечебных и диагностических целях; применять медицинские технологии на всех этапах решения профессиональных задач: оценка, настройка, использование, мониторинг.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): методиками измерения значений физических величин; алгоритмом применения медицинских технологий, специализированного оборудования и медицинских изделий при решении профессиональных задач: оценка соотношения польза-вред, учет возраста пациента, планирование и прогнозирование воздействия, проверка работоспособности и корректировка работы аппаратуры или другого медицинского изделия, интерпретация результатов с учетом артефактов.
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	
УК-1.ИД1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	Знать: основные законы физики, физические принципы функционирования биологических систем в норме и патологии; механизмы влияния физических факторов на организм человека; правила техники безопасности и основные принципы работы с медицинскими изделиями.
	Уметь: составлять системную картину, выделять приоритетные связи, интегрировать данные разных уровней, прогнозировать развитие ситуации при решении профессиональных задач, в том числе на основе знания основных законов физики, физических явлений и закономерностей, лежащих в основе процессов, протекающих в организме человека.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): алгоритмом решения проблемной ситуации в профессиональной сфере: определение границ системы, определение её составляющих и взаимосвязей между ними, определение критичной составляющей системы, выработка стратегии и тактики воздействия на систему.
УК-1.ИД2 Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению	Знать: основные характеристики информации и требования, предъявляемые к ней, возможные причины искажения информации в медицине, основанные на законах физики; метрологические ограничения детского возраста и наличие границ применимости медицинских методов в педиатрической практике.
	Уметь: критически работать с информацией, определять возможный дефицит данных в информации на основе законов физики; структурировать и обрабатывать информацию для поиска необходимых параметров.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): интерпретации и структурирования информации; алгоритмом устранения дефицита данных: фиксация, ранжирование и устранение пробелов информации при выполнении профессиональных задач.
УК-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
УК-8.ИД2 Идентифицирует опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности	Знать: физические производственные факторы; виды опасных и вредных физических факторов; механизмы влияния физических факторов на организм человека, особенности этого влияния у детей; основные физические явления и закономерности, лежащие в основе процессов, протекающих в организме человека.
	Уметь: безопасно пользоваться физическим оборудованием и медицинской аппаратурой; формулировать диагностическое заключение в том числе на основе знания физических явлений и закономерностей, лежащих в основе действия опасных и вредных физических факторов на организм человека.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): применять правила техники безопасности при работе с медицинскими изделиями.
УК-8.ИД3 Решает проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности и участвует в мероприятиях по предотвращению чрезвычайных ситуаций на рабочем месте	Знать: правила техники безопасности при работе с медицинскими изделиями; основные причины неисправностей медицинской аппаратуры.
	Уметь: определять проблемы, связанные с нарушением техники безопасности при работе с медицинскими изделиями; прогнозировать последствия диагностического, терапевтического, хирургического или реабилитационного применения опасных и вредных физических факторов.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): методами определения возникновения чрезвычайных ситуаций; навыками поддержания безопасных условий жизнедеятельности.

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
			2
Учебные занятия			
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КРО), в т.ч.:		55	55
Лекционное занятие (ЛЗ)		10	10
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)		36	36
Коллоквиум (К)		9	9
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:		38	38
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		28	28
Иные виды самостоятельной работы (в т.ч. выполнение практических задании проектного, творческого и др. типов)		10	10
Промежуточная аттестация:			
Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:		3	3
Зачет (З)*		3	3
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КРО+СРО+КРПА+СРПА	96	96
	в зачетных единицах: ОТД (в часах): 32	3.00	3.00

* Время для проведения промежуточной аттестации в форме зачёта выделяется в рамках контактной работы (ДВЗ) Проведение промежуточной аттестации в форме зачёта организуется в соответствии с расписанием занятий.

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

2 семестр

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Медицинские приборы и аппараты			
1	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-8.ИД2, УК-8.ИД3, ОПК-4.ИД1	Тема 1. Медицинские приборы и аппараты	Классификация медицинских изделий. Медицинские приборы, медицинские аппараты, медицинская аппаратура. Ток утечки. Пороги ощутимого и неотпускающего токов для взрослых и детей. Сопротивление тканей человека электрическому току. Защитные меры для предотвращения поражения электрическим током. Классы медицинских изделий по электробезопасности. Общие требования и меры по обеспечению электробезопасности при работе с медицинской аппаратурой. Особенности обеспечения электробезопасности в педиатрической практике. Надежность медицинской аппаратуры. Виды надежности. Вероятность безотказной работы. Интенсивность отказов. Искусственный интеллект, как интеллектуальная система управления рисками при работе медицинской аппаратуры. Основные функциональные элементы медицинской аппаратуры. Общая схема устройства съема, передачи и регистрации медико-биологической информации. Устройства съема и преобразования медико-биологической информации. Устройства передачи и регистрации. Биотелеметрия. Электроды. Виды электродов и основные требования, предъявляемые к электродам в медицинской аппаратуре. Датчики. Типы датчиков: генераторные и параметрические. Характеристики датчиков. Виды датчиков, применяемых в медицине. Биосенсоры. Усилитель. Особенности усиления биоэлектрических сигналов. Характеристики усилителя. Интернет вещей (IoT) в медицине.
Раздел 2. Квантовая оптика			

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
1	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-8.ИД2, УК-8.ИД3, ОПК-4.ИД1	Тема 1. Квантовая оптика	Основы квантовой оптики. Поглощение и рассеяние света. Поглощение света веществом. Закон Бугера. Закон Бера. Поглощение света растворами. Понятие об эффективном сечении поглощения молекулы. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Спектры поглощения атомов и молекул. Рассеяние света. Эффект Тиндаля, рассеяние Релея. Применяемые в медицине методы, основанные на поглощении и рассеянии света (спектрофотометрия, проточная цитометрия, нефелометрия, турбидиметрия и др.). Люминесценция. Виды люминесценции. Схема квантовых переходов при элементарном процессе люминесценции. Спектры люминесценции и возбуждения люминесценции. Квантовый выход люминесценции. Законы люминесценции. Количественный и качественный люминесцентный анализ в биологии, лабораторной диагностике и клинической медицине. Физические основы методов флуориметрии, флуоресцентной микроскопии, проточной цитофлуориметрии, флуоресцентной ангиографии, фотодинамической визуализации. Люминесцентная диагностика в дерматологии и стоматологии. Лазеры (оптические квантовые генераторы). Спонтанное и вынужденное излучение, равновесная и инверсная населенность. Механизм генерации лазерного излучения. Основные элементы лазера. Свойства лазерного излучения. Классификации лазеров: по виду активной среды; по интенсивности лазерного излучения; по режиму работы. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Зависимость биологических эффектов от интенсивности, длительности воздействия и длины волны лазерного излучения. Применение лазеров в медицине. Классификация лазеров по области применения в медицине. Классификации лазеров по классу опасности. Меры безопасности при работе с лазером. Особенности применения лазерного излучения в педиатрии. Фотобиологические процессы: виды, зависимость от длины волны действующего света, основные стадии. Квантовый выход фотохимической реакции. Эффективное сечение для фотохимического превращения. Спектр фотохимического действия. Спектры действия фотобиологических процессов, задачи их исследования. Фотомедицина: значение и применение излучений оптического диапазона спектра (инфракрасного, ультрафиолетового и видимого).
Раздел 3. Волновая и геометрическая оптика			

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
1	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-8.ИД2, УК-8.ИД3, ОПК-4.ИД1	Тема 1. Волновая и геометрическая оптика	Волновые свойства света. Интерференция света. Когерентные источники света. Условия максимумов и минимумов интерференции. Интерференция в тонких пленках. Дифракция света. Дифракционная решетка. Дифракционный спектр. Поляризация света. Оптическая активность. Физические основы медицинских методов, основанных на явлениях интерференции, дифракции, поляризации: просветление оптики, оптическая когерентная томография (ОКТ), поляриметрия и др. Геометрическая оптика. Прямолинейное распространение света в однородной среде. Показатель преломления среды. Законы отражения и преломления света. Зеркальное и диффузное отражение света. Явление полного внутреннего отражения света. Рефрактометрия. Волоконная оптика и ее применение в медицине. Линзы. Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы. Построение изображения в тонких линзах. Аберрации линз. Оптическая микроскопия. Ход лучей в оптическом микроскопе. Увеличение микроскопа. Предел разрешения, разрешающая способность и полезное увеличение микроскопа. Ключевые физические принципы для увеличения разрешающей способности оптического микроскопа. Физические основы иммерсионной, конфокальной, темнопольной, фазово-контрастной микроскопии. Флуоресцентная, интерференционная, поляризационная микроскопия и др. Электронная микроскопия. Гипотеза Де-Бройля. Дифракция электронов. Предел разрешения электронного микроскопа. Трансмиссионная и сканирующая электронная микроскопия. Физические основы атомно-силовой микроскопии. Глаз как центрированная оптическая система. Светопроводящий аппарат глаза. Приведенный (редуцированный) глаз. Аккомодация. Разрешающая способность глаза. Острота зрения. Дефекты оптической системы глаза. Световоспринимающая система глаза. Биофизические основы зрительной рецепции. Образование рецепторных потенциалов. Цветное зрение. Особенности физики зрения у детей. Оптические устройства и приборы для диагностики и коррекции дефектов зрения. Бионический глаз.
Раздел 4. Ионизирующие излучения в медицине			

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
1	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-8.ИД2, УК-8.ИД3, ОПК-4.ИД1	Тема 1. Ионизирующие излучения в медицине	Ионизирующее излучение. Фотонное и корпускулярное ионизирующие излучения. Радиоактивность. Естественная и искусственная радиоактивность. Виды радиоактивного распада. Основной закон радиоактивного распада. Период полураспада, его связь с постоянной распада. Активность радионуклидов. Ускорители для получения радионуклидов и генерации излучений. Количественные характеристики взаимодействия ионизирующих излучений с веществом. Принципы защиты от ионизирующих излучений. Рентгеновское излучение. Устройство рентгеновской трубки. Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение. Взаимодействия рентгеновского излучения с веществом: когерентное рассеяние, некогерентное рассеяние, фотоэффект. Принципы получения рентгеновского изображения. Физические основы различных диагностических рентгенологических методов. Рентгеновская компьютерная томография (КТ) и ее виды. Принципиальное устройство компьютерного томографа. Принцип получения изображений в КТ. Лучевая нагрузка при проведении различных рентгенодиагностических методов. Рентгенотерапия. Физические основы современных методов рентгенотерапии (КиберНож; интраоперационная рентгенотерапия). Элементы дозиметрии. Поглощенная и экспозиционная дозы. Мощность дозы, связь экспозиционной дозы и активности радиоактивного препарата. Эквивалентная и эффективная эквивалентная дозы. Коллективная доза. Применение фантомов в дозиметрии. Амбиентный эквивалент дозы. Виды детекторов ионизирующего излучения. Дозиметрические приборы. Особенности дозиметрии у детей разных возрастных периодов. Предельно допустимые дозы для взрослых и детей. Естественный радиационный фон. Понятия и методы ядерной медицины, лучевой терапии и диагностики. Применение ионизирующих излучений в ядерной медицине, лучевой терапии и диагностике. Физические основы радионуклидной диагностики. Радиофармпрепараты. Сцинтиграфия, однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ), позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ). Физические основы радионуклидной терапии и её виды. Стереотаксическая радиохирургия, альфа-терапия, бета-терапия, протонная терапия, брахитерапия, бор-нейтронозахватная терапия (БНЗТ) и др. Ускорители для получения радионуклидов и генерации излучений (циклотроны, линейные ускорители, синхротроны). Лучевая нагрузка у взрослых и детей при применении различных методов диагностики и терапии с использованием ионизирующих излучений.
Раздел 5. Физические производственные факторы. Явление магнитного резонанса в медицине			
1	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-8.ИД2, УК-8.ИД3, ОПК-4.ИД1	Тема 1. Явление магнитного резонанса в медицине	Физика магнитного резонанса: Электронный Парамагнитный Резонанс (ЭПР) и Ядерный Магнитный Резонанс (ЯМР). Физические основы магнитно-резонансной томографии (МРТ). Принцип получения изображений. Виды МРТ по методике и типу изображения. Принципиальное устройство магнитно-резонансного томографа. Виды магнитно-резонансных томографов по конструкции и по напряжённости магнитного поля. Противопоказания и ограничения к проведению МРТ исследования.
2	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-8.ИД2, УК-8.ИД3, ОПК-4.ИД1	Тема 2. Физические производственные факторы. Тепловое излучение	Физические производственные факторы как факторы окружающей среды. Микроклимат. Производственный микроклимат. Показатели микроклимата. Влажность воздуха. Абсолютная и относительная влажность воздуха. Давление. Атмосферное давление. Гидростатическое давление. Виброакустические факторы. Параметры световой среды. Ионизирующие и неионизирующие излучения, как физические производственные факторы. Тепловое излучение тел. Основные физические характеристики и законы теплового излучения. Тепловое излучение, как физический производственный фактор. Тепловое излучение тела человека. Теплообмен у взрослых и детей. Физические основы бесконтактного измерения температуры тела человека. Виды термографии, используемой в медицине: контактная холестерическая термография и телетермография.

3.2. Перечень разделов, тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование темы	Содержание темы
Раздел 1. Квантовая оптика			
1	УК-1.ИД1 , УК-1.ИД2 , ОПК-4.ИД1	Тема 1. Строение и уровни энергии атома	Строение атома. Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой.
Раздел 2. Волновая и геометрическая оптика			
1	УК-1.ИД1 , УК-1.ИД2 , ОПК-4.ИД1	Тема 1. Свет как электромагнитная волна	Свет как электромагнитная волна. Шкала электромагнитных волн. Скорость света, длина и частота волны.
2	УК-1.ИД1 , УК-1.ИД2 , ОПК-4.ИД1	Тема 2. Оптическая система глаза и зрение	Строение глаза. Оптическая система глаза. Сетчатка. Зрительные рецепторы. Зрительное восприятие.

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	ОУ	ОП	ЛР	К	ТЭ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
2 семестр											
Раздел 1. Медицинские приборы и аппараты											
Тема 1. Медицинские приборы и аппараты											
1	ЛПЗ	Медицинские приборы и аппараты	3	Т	1	1	1				
2	ЛПЗ	Основные функциональные элементы медицинской аппаратуры	3	Т	1	1	1	1			1
Раздел 2. Квантовая оптика											
Тема 1. Квантовая оптика											
3	ЛПЗ	Поглощение и рассеяние света	3	Т	1	1	1	1	1	1	
4	ЛЗ	Физические основы люминесцентных методов в медицине	2	Д	1	1	1	1	1	1	
5	ЛПЗ	Физические основы применения лазеров в медицине	3	Т	1	1	1	1	1	1	
6	ЛЗ	Фотобиологические процессы. Фотомедицина	2	Д	1	1	1	1	1	1	
7	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по Разделам 1 и 2: КОЛЛОКВИУМ	3	Р	1	1	1	1	1	1	
Раздел 3. Волновая и геометрическая оптика											
Тема 1. Волновая и геометрическая оптика											
8	ЛПЗ	Волновая оптика в медицине	3	Т	1	1	1	1	1	1	
9	ЛПЗ	Геометрическая оптика в медицине	3	Т	1	1	1	1	1	1	
10	ЛПЗ	Современные виды микроскопии	3	Т	1	1	1	1	1	1	
11	ЛПЗ	Физика зрения	3	Т	1	1	1	1	1	1	
12	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по Разделу 3: КОЛЛОКВИУМ	3	Р	1	1	1	1	1	1	
Раздел 4. Ионизирующие излучения в медицине											
Тема 1. Ионизирующие излучения в медицине											
13	ЛЗ	Физические основы рентгенодиагностики и рентгенотерапии	2	Д	1	1	1	1	1	1	
14	ЛПЗ	Радиоактивность. Ионизирующие излучения	3	Т	1	1	1	1	1	1	
15	ЛЗ	Методы ядерной медицины, лучевой терапии и диагностики	2	Д	1	1	1	1	1	1	
16	ЛПЗ	Физические принципы медицинской дозиметрии и радиационной безопасности	3	Т	1	1	1	1	1	1	
Раздел 5. Физические производственные факторы. Явление магнитного резонанса в медицине											
Тема 1. Явление магнитного резонанса в медицине											
17	ЛЗ	Физические основы магнитно-резонансной томографии	2	Д	1	1	1	1	1	1	
Тема 2. Физические производственные факторы. Тепловое излучение											
18	ЛПЗ	Физические производственные факторы	3	Т	1	1	1	1	1	1	
19	ЛПЗ	Тепловое излучение	3	Т	1	1	1	1	1	1	
20	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по Разделам 4 и 5: КОЛЛОКВИУМ	3	Р	1	1	1	1	1	1	
21	З	ЗАЧЕТ	3	ПА	1	1					
		Всего в семестре	58		20	20	20	19	18	19	
		Всего по дисциплине	58		20	20	20	19	18	19	

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

Условные обозначения

Виды учебных занятий*

Виды учебных занятий	Сокращённое наименование	
Лекционное занятие	Лекция	ЛЗ
Лабораторно-практическое занятие	Лабораторно-практическое	ЛПЗ
Коллоквиум	Коллоквиум	К

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 устный	Опрос устный	ОУ			+
3	Опрос письменный	Опрос письменный	ОП		+	
4	Проверка лабораторной работы	Лабораторная работа	ЛР		+	
5	Проверка конспекта	Конспект	К		+	
6	Тестирование в электронной форме	Тестирование	ТЭ		+	

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
2 семестр	Зачет	Контроль присутствия, Опрос устный

Условные обозначения ****

Формы промежуточной аттестации	Сокращённое наименование
Зачет	Зачет 3

5.2 Критерии выставления оценок

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме зачета

2 семестр

Шкала оценивания	Критерии выставления оценок
«зачтено»	В том случае, если обучающийся при устном ответе демонстрирует освоение материала не ниже следующих требований: - частично выполнил задания, предусмотренные билетом; - демонстрирует усвоение программного материала (в ходе ответа в основных чертах раскрывает сущность понятий, явлений, принципов, законов, закономерностей, теорий), но испытывает затруднения при его самостоятельном воспроизведении, требует дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя; - дает неполный, недостаточно аргументированный ответ; - делает правильные обобщения и выводы по отдельным вопросам; - допускает ошибки при воспроизведении знаний; - на дополнительные ответы по программному материалу отвечает с трудом; - умеет применять полученные знания при решении практических (ситуационных) задач, но допускает незначительные ошибки. Допускаются ошибки и неточности в содержании ответа, которые исправляются обучающимся с помощью наводящих вопросов преподавателя.
«не зачтено»	В том случае, если обучающийся: - не выполнил задания, предусмотренные билетом; - демонстрирует разрозненные знания программного материала (в ходе ответа фрагментарно и нелогично излагает сущность понятий, явлений, принципов, законов, закономерностей, теорий), не использует или слабо использует научную терминологию; - допускает существенные ошибки и не корректирует ответ после дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя; - не делает обобщения и выводы; - не отвечает на дополнительные вопросы; - не умеет применять теоретические знания при решении практических (ситуационных) задач; или: - отказывается от ответа; или: - во время подготовки к ответу и самого ответа использует несанкционированные источники информации, технические средства.

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.

2 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	Опрос письменный	ОП	2	24	В	Т	12	8	4
		Проверка лабораторной работы	ЛР	9	108	В	Т	12	8	4
		Проверка конспекта	К	4	48	В	Т	12	8	4
		Тестирование в электронной форме	ТЭ	10	120	В	Т	12	8	4
Коллоквиум	К	Опрос устный	ОУ	3	702	В	Р	234	156	78
Сумма баллов по дисциплине за семестр					1002					

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)

2 семестр

Шкала оценивания	Критерии выставления оценки
«зачтено»	Рейтинговый балл — не менее 60 % (не менее 600 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«не зачтено»	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

2 семестр

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме зачёта

1. Классификация медицинских изделий. Медицинские приборы, медицинские аппараты, медицинская аппаратура. Ток утечки. Пороги ощутимого и неотпускающего токов для взрослых и детей.
2. Сопротивление тканей человека электрическому току. Защитные меры для предотвращения поражения электрическим током. Классы медицинских изделий по электробезопасности. Общие требования и меры по обеспечению электробезопасности при работе с медицинской аппаратурой. Особенности обеспечения электробезопасности в педиатрической практике.
3. Надежность медицинской аппаратуры. Виды надежности. Вероятность безотказной работы. Интенсивность отказов. Искусственный интеллект, как интеллектуальная система управления рисками при работе медицинской аппаратуры.
4. Основные функциональные элементы медицинской аппаратуры. Общая схема устройства съема, передачи и регистрации медико-биологической информации.
5. Устройства съема и преобразования медико-биологической информации. Устройства передачи и регистрации. Биотелеметрия.
6. Электроды. Виды электродов и основные требования, предъявляемые к электродам в медицинской аппаратуре.
7. Датчики. Типы датчиков: генераторные и параметрические. Характеристики датчиков. Виды датчиков, применяемых в медицине. Биосенсоры. Интернет вещей (IoT) в медицине.
8. Усилитель. Особенности усиления биоэлектрических сигналов. Характеристики усилителя.
9. Основы квантовой оптики. Строение атома. Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой.
10. Поглощение света веществом. Закон Бугера. Закон Бера. Поглощение света растворами.
11. Понятие об эффективном сечении поглощения молекулы. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Спектры поглощения атомов и молекул.
12. Рассеяние света. Эффект Тиндаля, рассеяние Релея. Применяемые в медицине методы, основанные на поглощении и рассеянии света (спектрофотометрия, проточная цитометрия, нефелометрия, турбидиметрия и др.).
13. Люминесценция. Виды люминесценции. Схема квантовых переходов при элементарном процессе люминесценции.
14. Спектры люминесценции и возбуждения люминесценции. Квантовый выход люминесценции. Законы люминесценции.
15. Количественный и качественный люминесцентный анализ в биологии, лабораторной диагностике и клинической медицине. Физические основы методов флуориметрии, флуоресцентной микроскопии, проточной цитофлуориметрии, флуоресцентной ангиографии, фотодинамической визуализации.
16. Люминесцентная диагностика в дерматологии и стоматологии.
17. Лазеры (оптические квантовые генераторы). Спонтанное и вынужденное излучение, равновесная и инверсная населенность. Механизм генерации лазерного излучения.
18. Основные элементы лазера. Свойства лазерного излучения. Классификации лазеров: по виду активной среды; по интенсивности лазерного излучения; по режиму работы.
19. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Зависимость биологических эффектов от интенсивности, длительности воздействия и длины волны лазерного излучения.
20. Применение лазеров в медицине. Классификация лазеров по области применения в медицине. Классификации лазеров по классу опасности. Меры безопасности при работе с лазером. Особенности применения лазерного излучения в педиатрии.

21. Фотобиологические процессы: виды, зависимость от длины волны действующего света, основные стадии. Квантовый выход фотохимической реакции. Эффективное сечение для фотохимического превращения.
22. Спектр фотохимического действия. Спектры действия фотобиологических процессов, задачи их исследования. Фотомедицина: значение и применение излучений оптического диапазона спектра (инфракрасного, ультрафиолетового и видимого).
23. Свет как электромагнитная волна. Шкала электромагнитных волн. Скорость света, длина и частота волны.
24. Волновые свойства света. Интерференция света. Когерентные источники света. Условия максимумов и минимумов интерференции. Интерференция в тонких пленках.
25. Дифракция света. Дифракционная решетка. Дифракционный спектр.
26. Поляризация света. Оптическая активность. Поляриметрия.
27. Физические основы медицинских методов, основанных на явлениях интерференции и дифракции: просветление оптики, оптическая когерентная томография (ОКТ) и др.
28. Геометрическая оптика. Прямолинейное распространение света в однородной среде. Показатель преломления среды. Законы отражения и преломления света. Зеркальное и диффузное отражение света.
29. Явление полного внутреннего отражения света. Рефрактометрия. Волоконная оптика и ее применение в медицине.
30. Линзы. Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы.
31. Построение изображения в тонких линзах. Аберрации линз.
32. Оптическая микроскопия. Ход лучей в оптическом микроскопе. Увеличение микроскопа. Предел разрешения, разрешающая способность и полезное увеличение микроскопа.
33. Ключевые физические принципы для увеличения разрешающей способности оптического микроскопа. Физические основы иммерсионной, конфокальной, темнопольной, фазово-контрастной микроскопии. Флуоресцентная, интерференционная, поляризационная микроскопия и др.
34. Электронная микроскопия. Гипотеза Де-Бройля. Дифракция электронов. Предел разрешения электронного микроскопа. Трансмиссионная и сканирующая электронная микроскопия. Физические основы атомно-силовой микроскопии.
35. Глаз как центрированная оптическая система. Светопроводящий аппарат глаза. Приведенный (редуцированный) глаз. Аккомодация. Разрешающая способность глаза. Острота зрения. Дефекты оптической системы глаза.
36. Световоспринимающая система глаза. Биофизические основы зрительной рецепции. Образование рецепторных потенциалов. Цветное зрение.
37. Особенности физики зрения у детей. Оптические устройства и приборы для диагностики и коррекции дефектов зрения. Бионический глаз.
38. Ионизирующее излучение. Фотонное и корпускулярное ионизирующие излучения. Радиоактивность. Естественная и искусственная радиоактивность. Виды радиоактивного распада.
39. Основной закон радиоактивного распада. Период полураспада, его связь с постоянной распада. Активность радионуклидов.
40. Ускорители для получения радионуклидов и генерации излучений.
41. Количественные характеристики взаимодействия ионизирующих излучений с веществом. Принципы защиты от ионизирующих излучений.
42. Рентгеновское излучение. Устройство рентгеновской трубки. Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение.
43. Взаимодействия рентгеновского излучения с веществом: когерентное рассеяние, некогерентное рассеяние, фотоэффект.
44. Принципы получения рентгеновского изображения. Физические основы различных диагностических рентгенологических методов. Рентгеновская компьютерная томография (КТ) и ее виды. Принципиальное устройство компьютерного томографа. Принцип получения изображений в КТ.
45. Лучевая нагрузка при проведении различных рентгенодиагностических методов. Рентгенотерапия. Физические основы современных методов рентгенотерапии (КиберНож; интраоперационная рентгенотерапия).
46. Элементы дозиметрии. Поглощенная и экспозиционная дозы. Мощность дозы, связь экспозиционной дозы и активности радиоактивного препарата.

47. Эквивалентная и эффективная эквивалентная дозы. Коллективная доза. Применение фантомов в дозиметрии. Амбиентный эквивалент дозы.
48. Виды детекторов ионизирующего излучения. Дозиметрические приборы. Особенности дозиметрии у детей разных возрастных периодов. Предельно допустимые дозы для взрослых и детей. Естественный радиационный фон.
49. Понятия и методы ядерной медицины, лучевой терапии и диагностики. Применение ионизирующих излучений в ядерной медицине, лучевой терапии и диагностике. Физические основы радионуклидной диагностики. Радиофармпрепараты. Сцинтиграфия, однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ), позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ).
50. Физические основы радионуклидной терапии и её виды. Стереотаксическая радиохирургия, альфа-терапия, бета-терапия, протонная терапия, брахитерапия, бор-нейтронозахватная терапия (БНЗТ) и др.
51. Ускорители для получения радионуклидов и генерации излучений (циклотроны, линейные ускорители, синхротроны). Лучевая нагрузка у взрослых и детей при применении различных методов диагностики и терапии с использованием ионизирующих излучений.
52. Физические производственные факторы как факторы окружающей среды. Микроклимат. Производственный микроклимат. Показатели микроклимата.
53. Влажность воздуха. Абсолютная и относительная влажность воздуха. Давление. Атмосферное давление. Гидростатическое давление. Виброакустические факторы. Параметры световой среды. Ионизирующие и неионизирующие излучения, как физические производственные факторы.
54. Тепловое излучение тел. Основные физические характеристики и законы теплового излучения. Тепловое излучение, как физический производственный фактор.
55. Тепловое излучение тела человека. Теплообмен у взрослых и детей. Физические основы бесконтактного измерения температуры тела человека. Виды термографии, используемой в медицине: контактная холестерическая термография и телетермография.
56. Физика магнитного резонанса: Электронный Парамагнитный Резонанс (ЭПР) и Ядерный Магнитный Резонанс (ЯМР).
57. Физические основы магнитно-резонансной томографии (МРТ). Принцип получения изображений. Виды МРТ по методике и типу изображения.
58. Принципиальное устройство магнитно-резонансного томографа. Виды магнитно-резонансных томографов по конструкции и по напряжённости магнитного поля. Противопоказания и ограничения к проведению МРТ исследования.

Образец билета для проведения зачета

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

Кафедра физики и математики ИФМХ

Билет № _____

для проведения зачета по дисциплине «Медицинская и биологическая физика» по
программе базового высшего образования по направлению подготовки 31.05.02

Педиатрия

направленность (профиль) Фундаментальная педиатрия

1. Сопротивление тканей человека электрическому току. Защитные меры для предотвращения поражения электрическим током. Классы медицинских изделий по

- электробезопасности. Общие требования и меры по обеспечению электробезопасности при работе с медицинской аппаратурой. Особенности обеспечения электробезопасности в педиатрической практике.
2. Количественный и качественный люминесцентный анализ в биологии, лабораторной диагностике и клинической медицине. Физические основы методов флуориметрии, флуоресцентной микроскопии, проточной цитофлуориметрии, флуоресцентной ангиографии, фотодинамической визуализации.
3. Особенности физики зрения у детей. Дефекты оптической системы глаза. Оптические устройства и приборы для диагностики и коррекции дефектов зрения. Бионический глаз.
4. Применение ионизирующих излучений в ядерной медицине, лучевой терапии и диагностике. Физические основы радионуклидной диагностики. Радиофармпрепараты. Сцинтиграфия, однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ), позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ).
5. Длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности излучения кожи человека, составляет $\lambda_{\max} = 9,6$ мкм. Определите температуру кожных покровов в градусах Цельсия.

Кафедра физики и математики ИФМХ

Заведующий кафедрой
Мачнева Татьяна
Вячеславовна
Доктор медицинских наук,
Доцент

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Методические указания для подготовки к занятиям лекционного типа

- 1) внимательно прочитать материал предыдущей лекции;
- 2) ознакомиться с учебным материалом по учебнику, учебным пособиям;
- 3) ознакомиться с электронным образовательным ресурсом прочитанной лекции;
- 4) внести дополнения к полученным ранее знаниям по теме лекции на полях лекционной тетради;
- 5) записать возможные вопросы, которые следует задать преподавателю по материалу изученной лекции.

Методические указания для подготовки к занятиям лабораторно-практического типа

- 1) внимательно изучить теоретический материал по конспекту лекции, учебникам, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам;
- 2) ознакомиться с содержанием работы;
- 3) уяснить цели и задачи, поставленные в работе;
- 4) определить последовательность выполнения работы;
- 5) подготовить необходимые для оформления письменного отчета сведения: номер работы, тему и цель работы, порядок выполнения и необходимые рисунки и таблицы.

Методические указания для подготовки к коллоквиуму (текущий рубежный контроль)

изучить учебный материал по наиболее значимым темам и (или) разделам дисциплины в семестре.

Методические указания для подготовки к зачету

изучить учебный материал по всем темам и разделам дисциплины в семестре.

Методические указания для самостоятельной работы студентов (СРС)

закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний, выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации.

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	Медицинская и биологическая физика: учебник, Ремизов А. Н., 2023	Ионизирующие излучения в медицине Физические производственные факторы. Явление магнитного резонанса в медицине Квантовая оптика Волновая и геометрическая оптика Медицинские приборы и аппараты		https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970474983.html
2	Медицинская и биологическая физика: сборник задач, Ремизов А. Н., Максина А. Г., 2014	Ионизирующие излучения в медицине Физические производственные факторы. Явление магнитного резонанса в медицине Квантовая оптика Волновая и геометрическая оптика Медицинские приборы и аппараты		https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429561.html
3	Руководство к лабораторным работам по физике и математике: учебное пособие, Блохина М. Е., Федорова В. Н., Лысенко Е. П., 2023	Ионизирующие излучения в медицине Квантовая оптика Волновая и геометрическая оптика Медицинские приборы и аппараты		https://rsmu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=135bn.pdf&show=dcatalogues/1/5630/135bn.pdf&view=true
4	Медицинская и биологическая физика: Учебное пособие для вузов, Мачнева Т. В., Кягова А. А., 2026	Ионизирующие излучения в медицине Квантовая оптика Волновая и геометрическая оптика Медицинские приборы и аппараты		https://e.lanbook.com/book/515121

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

1. eLibrary
2. <http://www.books-up.ru> (электронная библиотечная система)
3. Государственная центральная научная медицинская библиотека (ГЦНМБ): <https://rucml.ru/>
4. PubMed
5. Электронная библиотечная система РНИМУ <https://library.rsmu.ru/resources/e-lib/els/>
6. Государственная публичная научно-техническая библиотека СО РАН <http://www.spsl.nsc.ru>
7. Российская государственная библиотека <https://www.rsl.ru/>
8. ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/>

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. MTS Link

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 интерактивная , Доска маркерная , Возможность подключения к сети «Интернет» и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду , Стулья , Столы , Установки для лабораторного практикума , Электрооборудование для лабораторного практикума , Тест-контрольная жидкость , Фотоэлектроколориметр , Дифракционная решетка , Низкоэнергетическая лазерная установка , Рефрактометр , Микроскопы световые , Наборы микроскопических гистологических препаратов , Дозиметрическая аппаратура , Бесконтактные инфракрасные термометры
2	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
3	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.