

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
_____ Турилова Е.А.
"___" _____ 20__ г.

Программа дисциплины
Физические основы медицинских технологий

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика
Направленность (профиль) подготовки: Физика живых систем
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): профессор, д.н. Ильясов К.А. (кафедра медицинской физики, Отделение физики), Kamil.Plyasov@kpfu.ru ; доцент, к.н. Низамутдинов А.С. (Кафедра квантовой электроники и радиоспектроскопии, Высшая школа киберфизических систем и прикладной электроники), Alexey.Nizamutdinov@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- физические принципы работы МРТ сканеров в комбинации с опцией ЯМР спектроскопических измерений; ПЭТ сканеров, в комбинации с опцией КТ; основы лазерной ревааскуляризации миокарда, лазерной коррекции зрения, роговицы, хрящевой ткани; основы лазерной стерилитографии и создания новых материалов для имплантологии; устройство и регуляцию системы свертывания крови.

Должен уметь:

- формулировать практическую задачу, планировать этапы эксперимента, ориентироваться в структуре знаний о физике живого

Должен владеть:

- навыками работы на экспериментальных установках и обработки экспериментально полученных данных; пониманием физических основ медицинских технологий и обладать теоретическими знаниями анализа сложных систем

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания на практике

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.11.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.03.02 "Физика (Физика живых систем)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 4 курсе в 7 семестре.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) на 216 часа(ов).

Контактная работа - 139 часа(ов), в том числе лекции - 48 часа(ов), практические занятия - 90 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 23 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 54 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 7 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
1.	Тема 1. Лазерно-информационные технологии быстрого прототипирования для биомоделирования. Лазерно-информационные технологии создания биоматериалов	7	4	0	4	0	0	0	5
2.	Тема 2. Лазерная хирургия. реваскуляризация миокарда. Технологии на основе лазерных медицинских систем.	7	6	0	4	0	0	0	5
3.	Тема 3. Лазерное воздействие на хрящевые ткани.	7	4	0	4	0	0	0	5
4.	Тема 4. Оптико-информационные технологии для офтальмологии.	7	2	0	4	0	0	0	5
5.	Тема 5. Адаптивные оптические системы.	7	2	0	4	0	0	0	0
6.	Тема 6. Воздействие электромагнитного излучения на биологические системы.	7	4	0	22	0	0	0	0
7.	Тема 7. ТГц в медицинской диагностике	7	2	0	4	0	0	0	0
8.	Тема 8. Современные проблемы МРТ	7	3	0	4	0	0	0	3
9.	Тема 9. Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ).	7	2	0	4	0	0	0	0
10.	Тема 10. Физические подходы в диагностике. Биочипы.	7	3	0	12	0	0	0	0
11.	Тема 11. Технология лазерного пинцета	7	3	0	3	0	0	0	0
12.	Тема 12. Нанотехнологии в лечении онкозаболеваний.	7	3	0	6	0	0	0	0
13.	Тема 13. Целевая доставка лекарств.	7	4	0	3	0	0	0	0
14.	Тема 14. Фотодинамическая терапия и фотодинамическая диагностика.	7	4	0	9	0	0	0	0
15.	Тема 15. Проблемы свертывания крови	7	2	0	3	0	0	0	0
	Итого		48	0	90	0	0	0	23

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Лазерно-информационные технологии быстрого прототипирования для биомоделирования. Лазерно-информационные технологии создания биоматериалов

Технология дистанционного изготовления биомоделей по томографическим данным обследования пациентов. Лазерная стереолитография. Послойное изготовление трехмерного объекта. Лазерные стереолитографы. Свойства фотополимеризующейся композиции (ФПК) на основе акрилатов. Изготовление имплантов и их применение в челюстно-лицевой хирургии, хирургии позвоночника, сердечно-сосудистой системы. Дентальная имплантология. Селективное лазерное спекание и синтез полимерных матриц для тканевой инженерии. СКФ синтез биоактивных полимерных частиц и композитов. Поверхностно-Селективное Лазерное Спекание. Биорезорбируемые биомодели. Управление и контроль кинетики выхода биоактивных соединений из полимерных матриц. Изготовление биоактивных биорезорбируемых полимерных имплантатов заданного размера, формы и морфологии, не имеющих следов органических растворителей с помощью сверхкритического диоксида углерода.

Тема 2. Лазерная хирургия. реваскуляризация миокарда. Технологии на основе лазерных медицинских систем.

Трансмиокардиальная лазерная ревазуляризация. Операция на работающем сердце без использования аппарата искусственного кровообращения. Перфорация в режиме мощного одиночного лазерного импульса. Синхронизация лазерного импульса с ЭКГ пациента. Динамика изменения канала в миокарде после лазерного воздействия (ткани животных *in vivo*, CO₂ лазер). Типичное расположение лазерных каналов на поверхности миокарда. Параметры перфорации миокарда импульсом CO₂ лазера. Интенсивное формирование сети капилляров вокруг канала лазерного воздействия в результате "древовидного" теплового повреждения миокарда. Эффекты, со- проводжающие формирование глубоких лазерных каналов в биотканях. Эффективность лазерной ревазуляризации. Кардиохирургические CO₂ лазеры серии "Перфокор" разработки ИПЛИТ РАН. Принцип организации обратной связи интеллектуальной хирургической установки на основе CO₂ лазера. Испарение новообразований и диагностика в реальном времени. Метод автодинного детектирования (прием на резонатор лазера) обратно рассеянного излучения. Идентификация типа испаряемой биоткани; звуковая индикация при переходе границы испаряемой биоткани; управление параметрами лазерного излучением в зависимости от особенностей операции; протоколирование лазерной операции в реальном масштабе времени.

Тема 3. Лазерное воздействие на хрящевые ткани.

Хрящевая ткань, свойства, особенности. Лазерная коррекция формы перегородки носа. Особенности лазерной процедуры. Контроль степени теплового воздействия по температуре поверхности перегородки. Лазерная реконструкция межпозвонковых дисков. Лазерная регенерация хрящевой ткани. Особенности процедуры лазерной регенерации хрящевой ткани. Контроль степени теплового воздействия по светорассеянию. Особенности лазерной процедуры в офтальмологии. Перспективы развития технологий.

Тема 4. Оптико-информационные технологии для офтальмологии.

Лазерная персонализированная коррекция зрения на основе данных aberromетрии. Расчет профиля персонализированной абляции. Aberromетр (МГУ-ИПЛИТ). Эксимерный лазер. Рефракционная хирургия. Развитие персонализированной коррекции с использованием фемтосекундного лазера FLOKS для интрастромальной обработки роговицы.

Тема 5. Адаптивные оптические системы.

Адаптивные оптические системы. Цифровая фундус-камера с адаптивной оптической системой и aberromетром реального времени. Диагностические возможности. Офтальмологические адаптивные системы для ретиноскопии. Сравнение традиционной фундус-камеры и камеры с адаптивной оптической системой. Методы и устройства восстановления и коррекции фазового фронта

Тема 6. Воздействие электромагнитного излучения на биологические системы.

Электромагнитные поля и живая природа. Естественные и искусственные источники электромагнитных полей. Реакция биологических систем разного уровня организации на воздействие электромагнитных полей. Организмы - как биосенсоры и биоиндикаторы воздействия ЭМП. Биологические ритмы и их связь с земными и космическими явлениями. Электромагнитные поля как важнейший фактор существования живых систем на Земле.

Тема 7. ТГц в медицинской диагностике

Терагерцовое излучение. Терагерцовое излучение в медицинской диагностике. Воздействие на белки крови. Перспективы создания 3D-сканеров для визуализации поражений кожи. Терагерцовое зондирование ткани роговицы. Терагерцовый мониторинг гидратации. Методы и средства спектрометрии терагерцового частотного диапазона

Тема 8. Современные проблемы МРТ

Магнитно-резонансная томография (МРТ) и ее место в биомедицинских исследованиях. Физические основы магнитного резонанса. Продольная (спин-решеточная) и поперечная (спин-спиновая) релаксация. Принципы формирования МРТ изображений. Принципы медицинской МРТ диагностики. Выявление слабых морфологических изменений живой ткани. Методы подавления фоновых МРТ сигналов нормальных тканей. МРТ в сильных и слабых магнитных полях. Низкопольные МРТ сканеры высокого разрешения на постоянных магнитах. ЯМР спектроскопия и ее сочетание с функциями магнитно-резонансной томографии. Локальные измерения метаболического портрета живой ткани, температуры внутренних органов, неинвазивная биопсия *in vivo*. Молекулярная визуализация. Целевая доставка фармпрепаратов в область патологии. Биомаркеры и парамагнитные визуализаторы. Нанокapsулированные препараты, наблюдение их эффектов при онкологии и ишемии головного мозга. Контроль доставки лекарственных нанобиоконтейнеров и экстракции препарата на мишени под действием физических полей. Магнитная гипертермия. Мультиядерная МРТ.

Тема 9. Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ).

Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ). Принцип работы. Основные узлы и элементы прибора. Циклотрон и производство короткоживущих радиоизотопов. УКЖР. Биохимическая станция получения меченых соединений. Радиофармпрепараты. Кинетическое сканирование. Интеграция ПЭТ и КТ. Диагностические возможности ПЭТ томографии.

Тема 10. Физические подходы в диагностике. Биочипы.

Физические подходы в диагностике. Биочипы.

Новые подходы в диагностике. Биочипы. Технология биочипов. Белки-"ловушки". Биологические микрочипы в *in vitro* диагностике. Молекулярное распознавание молекул биополимерами. Взаимодействие рецепторов с лигандами. Гибридизация комплементарных цепей ДНК.

Тема 11. Технология лазерного пинцета

Технология лазерного пинцета

Исследование заболеваний, связанных с дисфункцией моторных белков. Лазерный пинцет, основанный на альтернативных режимах работы лазера. Мультиплексные лазерные пинцеты. Лазерные пинцеты, основанные на оптических волокнах. Оптические пинцеты в сортировке клеток. Лазерные пинцеты, основанные на затухающих полях.

Тема 12. Нанотехнологии в лечении онкозаболеваний.

Нанотехнологии в лечении онкозаболеваний. Основные принципы нанотехнологий. Нанобиотехнология, наноинженерия. Механизмы транспортировки наночастиц с лекарственными препаратами непосредственно в раковые клетки, возможные побочные действия на организм человека, а также реальное применение нанотехнологий в российском здравоохранении.

Тема 13. Целевая доставка лекарств.

Целевая доставка лекарств. Направленный транспорт лекарств в очаг развития патологического процесса. Пассивный направленный транспорт и специфическая ипосомы и фуллерены в качестве контейнеров для доставки препаратов. Биосовместимые наноматериалы. Мультиёмкиемикрочипы для доставки лекарств. Клеточные и генные целевые системы

Тема 14. Фотодинамическая терапия и фотодинамическая диагностика.

Фотодинамическая терапия и фотодинамическая диагностика.

Фотофизические механизмы фотодинамического эффекта. Фотосенсибилизаторы. Аппаратура. Возможности и недостатки метода. Направления развития. Проблемы световой дозиметрии. Фототоксические реакции и фотоаллергии. Бактериохлорины. Фталоцианины. Хлорины.

Тема 15. Проблемы свертывания крови

Проблемы свертывания крови.

Свертывание крови как сложный каскад биохимических реакций с многочисленными обратными связями, работающий в гетеро- генных, пространственно-неоднородных условиях. Устройство и регуляция системы свертывания. Критическое значение системы свертывания крови для всех разделов медицины.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

База знаний по биологии человека [humbio.ru](http://www.humbio.ru) - <http://www.humbio.ru>

Википедия - свободная энциклопедия - ru.wikipedia.org

Сайт лаборатории адаптивной оптики - <http://www.optics.ru>

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

База знаний по биологии человека humbio.ru - <http://www.humbio.ru>

Википедия - свободная энциклопедия - ru.wikipedia.org

Сайт лаборатории адаптивной оптики - <http://www.optics.ru>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий полезно вести конспектирование учебного материала. Примите к сведению следующие рекомендации: Обращайте внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	В ходе подготовки к семинарам изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывайте свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. Подготовьте тезисы для выступлений по всем учебным 3 вопросам, выносимым на семинар. Готовясь к докладу или реферативному сообщению, обращайтесь за методической помощью к преподавателю. Составить план-конспект своего выступления. Продумайте примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с реальной жизнью. Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Обучающийся может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании курсовых и дипломных работ
самостоятельная работа	Если часть учебного материала отведена на самостоятельное изучение, то необходимо приступить к этому незамедлительно после указания преподавателя и освоить материал в отведенные им сроки. Материал следует изучить по доступным письменным и электронным источникам, о которых сообщит преподаватель. В ходе самостоятельной работы магистрант готовится к устному опросу. Для подготовки используется лекционный материал, а также материал из рекомендуемой и дополнительной литературы. Магистрант готовится по группе вопросов, выносимых на обсуждение на практическое занятие по теме, которые предлагаются преподавателем по окончании каждого лекционного занятия
экзамен	Экзамен с высокой балльно-рейтинговой оценкой выставляется студенту, если он свободно ориентируется в основных понятиях, определениях и выводах данного предмета, четко представляет основные, биотехнологические процессы, возможности их регуляции и совершенствования, демонстрирует знания, основанные на дополнительной литературе. Экзамен со средней балльно-рейтинговой оценкой выставляется студенту, если он свободно ориентируется в основных понятиях, определениях и выводах данного предмета, четко представляет основные, биотехнологические процессы пищевого производства, возможности их регуляции и совершенствования, однако его ответе содержится ряд неточностей. Экзамен не ставится, если студент плохо ориентируется в основных понятиях, определениях и выводах данного предмета, или его ответ требует существенных поправок в ответах.

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

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 03.03.02 "Физика" и профилю подготовки "Физика живых систем".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.11.01 Физические основы медицинских технологий

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика живых систем

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Основная литература:

1. Кудряшов, Ю. Б. Радиационная биофизика: радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения: учебник / Ю. Б. Кудряшов, Ю. Ф. Перов, А. Б. Рубин. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 184 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2221> (дата обращения: 24.02.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Волькенштейн, М. В. Биофизика : учебное пособие / М. В. Волькенштейн. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 608 с. - ISBN 978-5-8114-0851-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210956> (дата обращения: 24.02.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Ремизов, А. Н. Медицинская и биологическая физика : учебник / А. Н. Ремизов. - 4-е изд., испр. и перераб. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2023. - 656 с. - ISBN 978-5-9704-7498-3. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970474983.html> (дата обращения: 24.02.2024). - Режим доступа : по подписке.
4. Латфуллин, И. А. Основы поражающего действия ионизирующего излучения на организм человека [Текст: электронный ресурс]: учебное пособие / И. А. Латфуллин; Казан. федер. ун-т, Ин-т физики, Каф. общ. физики. - Электронные данные (1 файл: 2,01 Мб). - (Казань: Казанский федеральный университет, 2014) . - Загл. с экрана. - Вых. дан. ориг. печ. изд.: Казань, 2014. -145 с.: ил. - Режим доступа: открытый. - URL: https://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/22055/06_40_A5-000747.pdf (дата обращения: 24.02.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Ермолина Т.А. Аппаратное обеспечение методов лучевой терапии : учебное пособие / Т.А. Ермолина, Н.А. Мартынова, О.Е. Карякина, А.В. Красильников. - Архангельск : САФУ, 2014. - 128 с. Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/96569> (дата обращения: 24.02.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Труфанов, Г. Е. Лучевая терапия (радиотерапия) / Г. Е. Труфанов [и др.] ; под ред. Г. Е. Труфанова - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 208 с. - ISBN 978-5-9704-4420-7. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970444207.html> (дата обращения: 24.02.2024). - Режим доступа : по подписке.
2. Воробьева, В. В. Введение в радиозоологию : учебное пособие / В. В. Воробьева. - Москва : Университетская книга ; Логос, 2020. - 360 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-084-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1214508> (дата обращения: 24.02.2024). - Режим доступа: по подписке.
3. Эйдельман Е.Д., Физика с элементами биофизики: учебник / Е.Д. Эйдельман - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 512 с. - Текст: электронный // ЭБС 'Консультант студента': [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970425244.html> (дата обращения: 24.02.2024). - Режим доступа: по подписке.
4. Ермолина Т.А. Медицинские аспекты использования лазерных технологий : учебное пособие / Т.А. Ермолина, Н.А. Мартынова, О.Е. Карякина, А.В. Красильников. - Архангельск : САФУ, 2014. - 167 с. Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань'. - URL: <https://e.lanbook.com/book/96568> (дата обращения: 24.02.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика живых систем

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.