

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт искусственного интеллекта, робототехники и системной инженерии



*подписано электронно-цифровой подписью*

## **Программа дисциплины**

Техническая физика в медицине

Направление подготовки: 12.04.04 - Биотехнические системы и технологии

Профиль подготовки: Медицинская и клиническая техника

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

## 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): доцент, к.н. Лучкин А.Г. (кафедра физики перспективных технологий и материаловедения, Институт искусственного интеллекта, робототехники и системной инженерии), AGLuchkin@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-4	способность ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований
ПК-5	готовность определять цели, осуществлять постановку задач проектирования, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ в сфере биотехнических систем и технологий
ПК-9	способность разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы, системы и комплексы биотехнического, медицинского и экологического назначения

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основы применения физических понятий, теорий и методов к медицине или здравоохранению; основные физические методы и явления используемые в диагностике, интервенционной радиологии, ядерной медицине, радиационной защите и радиационная онкологии

Должен уметь:

1. оценить характер физического явления влияющего на биологические процессы и функционирование медицинских объектов;
2. выбрать физический метод, необходимый для решения поставленной задачи (диагностика, медицинская визуализация, ядерная медицина, радиационная защита и радиационная онкология);
3. оценить возможные риски воздействия физического явления на состояние и здоровье человека

Должен владеть:

1. методами физических измерений для мониторинга и измерения различных физиологических параметров.
2. методами управления физическими процессами для воздействия на биологические и медицинские объекты

Должен демонстрировать способность и готовность:

- 1 оценивать характер влияния физических явлений на различные биологические объекты;
- 2 характеризовать результаты физического воздействия на биологические и медицинские объекты;
- 3 обосновывать конструкцию аппарата и комплекс мероприятий по физическому воздействию на медицинские и биологические объекты .

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 12.04.04 "Биотехнические системы и технологии (Медицинская и клиническая техника)" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 1 курсе в 1 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 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 72 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 1 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	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Физика медицинских изображений. Визуализация в медицине для диагностики и интервенционной радиологии. Методы тестирования, оптимизации и обеспечения качества диагностических областей радиологии, таких как рентгенография, рентгеноскопия, маммография, ангиография и компьютерная томография. а также методы неионизирующего излучения, такие как ультразвук и МРТ. Вопросы радиационной защиты: дозиметрия (для персонала и пациентов). Однофотонная эмиссионная компьютерная томография (SPECT) и позитронно-эмиссионная томография (PET).	1	3	0	3	0	0	0	8
2.	Тема 2. Радиационно-терапевтическая физика. Радиотерапия или физика радиационной онкологии. Системы линейных ускорителей (Linac) и рентгеновские установки киловольтного напряжения, томотерапия, гамма-нож, кибернож, протонная терапия и брахитерапия. Радиотерапия с закрытым источником, терагерцовое излучение, высокоинтенсивный фокусированный ультразвук (включая литотрипсию), лазеры на оптическом излучении, ультрафиолет. Фотодинамическая терапия, ядерную терапию. Радиотерапия из открытого источника и фотомедицина, которая представляет собой использование света для лечения и диагностики заболеваний.	1	3	0	3	0	0	0	8

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная рабо- та
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
3.	Тема 3. Физика ядерной медицины. Ядерная медицина - это отрасль медицины, которая использует радиацию для предоставления информации о функционировании конкретных органов человека или для лечения заболеваний. В некоторых случаях источники излучения могут использоваться для лечения больных органов или опухолей. Использование радиоактивных индикаторов в медицине. Более 10 000 больниц по всему миру используют радиоизотопы в медицине, и около 90% процедур предназначены для диагностики. Радиоизотопы используемые в диагностике (технеций-99m).	1	3	0	3	0	0	0	14
4.	Тема 4. Радиационная безопасность, радиационная защита. Прикладная физика радиационной защиты для целей здравоохранения и здравоохранения. Распознавание, оценка и контроль опасностей для здоровья, чтобы обеспечить безопасное использование и применение ионизирующего излучения. Фоновое излучение. Радиационная защита. Дозиметрия. Радиологическая защита пациентов.	1	3	0	3	0	0	0	14
5.	Тема 5. Неионизирующая медицинская радиационная физика. Методы визуализации включают МРТ, оптическую визуализацию и ультразвук. Лазеры и их применение в медицине.	1	3	0	3	0	0	0	14
6.	Тема 6. Физиологическое измерение. Многие физиологические методы измерения являются неинвазивными и могут использоваться в сочетании или в качестве альтернативы другим инвазивным методам. Методы измерения включают электрокардиографию	1	3	0	3	0	0	0	14
	Итого		18	0	18	0	0	0	72

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

**Тема 1. Физика медицинских изображений. Визуализация в медицине для диагностики и интервенционной радиологии. Методы тестирования, оптимизации и обеспечения качества диагностических областей радиологии, таких как рентгенография, рентгеноскопия, маммография, ангиография и компьютерная томография, а также методы неионизирующего излучения, такие как ультразвук и МРТ. Вопросы радиационной защиты: дозиметрия (для персонала и пациентов). Однофотонная эмиссионная компьютерная томография (SPECT) и позитронно-эмиссионная томография (PET).**

Медицинская визуализация - метод и процесс создания визуальных представлений внутренних структур тела для клинического анализа и медицинского вмешательства, а также визуального представления функций некоторых органов или тканей. Медицинская визуализация позволяет заглянуть во внутренние структуры, скрытые кожей и костями, а также диагностировать заболевания. Медицинская визуализация также создает базу данных нормальной анатомии и физиологии, чтобы сделать возможным идентифицирование аномалий.

Раздел включает в себя радиологию, которая использует технологии визуализации рентгенографии, магнитно-резонансной томографии, УЗИ, эндоскопии, эластографии, тактильной визуализации, термографии, медицинской фотографии и таких методов ядерной медицины, как позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ) и однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ).

**Тема 2. Радиационно-терапевтическая физика. Радиотерапия или физика радиационной онкологии. Системы линейных ускорителей (Linac) и рентгеновские установки киловольтного напряжения, томотерапия, гамма-нож, кибернож, протонная терапия и брахитерапия. Радиотерапия с закрытым источником, терагерцовое излучение, высокоинтенсивный фокусированный ультразвук (включая литотрипсию), лазеры на оптическом излучении, ультрафиолет. Фотодинамическая терапия, ядерную терапию. Радиотерапия из открытого источника и фотомедицина, которая представляет собой использование света для лечения и диагностики заболеваний.**

Радиотерапия, лучевая терапия, радиационная терапия, радиационная онкология - лечение ионизирующей радиацией (рентгеновским, гамма-излучением, бета-излучением, нейтронным излучением, пучками элементарных частиц из медицинского ускорителя). Применяется в основном для лечения злокачественных опухолей. Сущность метода. Типы воздействия. Показания. Применение. Контактная лучевая терапия. Дистанционная лучевая терапия. Радионуклидная терапия.

**Тема 3. Физика ядерной медицины. Ядерная медицина - это отрасль медицины, которая использует радиацию для предоставления информации о функционировании конкретных органов человека или для лечения заболеваний. В некоторых случаях источники излучения могут использоваться для лечения больных органов или опухолей. Использование радиоактивных индикаторов в медицине. Более 10 000 больниц по всему миру используют радиоизотопы в медицине, и около 90% процедур предназначены для диагностики. Радиоизотопы используемые в диагностике (технеций-99m).**

Применением радионуклидных фармацевтических препаратов в диагностике и лечении. Методы дистанционной лучевой терапии. Однофотонные эмиссионные компьютерные томографы (SPECT, улавливают гамма-излучение) и позитронно-эмиссионные томографы (ПЭТ-сканеры), в лечении преобладает радиойодтерапия.

Диагностика *in vitro* (в пробирке) и *in vivo* (в теле). Образцы тканей помещаются в пробирку, изучается взаимодействие с радиоактивными изотопами - метод называется радиоиммунным анализом. Диагностика *in vivo*, производится инъекция радифармпрепаратов внутрь человеческого организма, а измерительные приборы фиксируют излучение (эмиссионная томография). В качестве изотопов используются гамма-излучатели - чаще всего  $^{99}\text{Tc}$ ,  $^{123}\text{I}$  и  $^{201}\text{Tl}$ , а также позитронные излучатели - в основном  $^{18}\text{F}$ . Изотопы производятся в ядерных реакторах и на циклотронах, затем синтезируются с биологическими маркерами в готовые радиофармпрепараты.

**Тема 4. Радиационная безопасность, радиационная защита. Прикладная физика радиационной защиты для целей здравоохранения и здравоохранения. Распознавание, оценка и контроль опасностей для здоровья, чтобы обеспечить безопасное использование и применение ионизирующего излучения. Фоновое излучение. Радиационная защита. Дозиметрия. Радиологическая защита пациентов.**

Источники облучения человека. Опасность ионизирующего излучения. Система радиационной безопасности. Зарождение. Современное международное регулирование. Основы радиационной безопасности. Доза излучения. Концепция эффективной дозы. Допустимая и неприемлемая доза. Эволюция системы дозиметрических величин. Измерения в радиационной безопасности. Защита от ионизирующего излучения. Внешнее облучение. Внутреннее облучение. Безопасность населения.

**Тема 5. Неионизирующая медицинская радиационная физика. Методы визуализации включают МРТ, оптическую визуализацию и ультразвук. Лазеры и их применение в медицине.**

МРТ, МР-диффузия. Диффузионно-взвешенная томография. МР-перфузия. МР-спектроскопия. МР-ангиография. Функциональная МРТ. Понятие и назначение лазера. Принцип его действия, структура луча. Основные направления, цели и задачи медико-биологического использования лазеров. Характер взаимодействия высокоинтенсивного лазерного излучения с биологической тканью. Световой пробой.

**Тема 6. Физиологическое измерение. Многие физиологические методы измерения являются неинвазивными и могут использоваться в сочетании или в качестве альтернативы другим инвазивным методам. Методы измерения включают электрокардиографию**

Физиологический эксперимент - это целенаправленное вмешательство в организм животного с целью выяснить влияние разных факторов на отдельные его функции. Такое вмешательство иногда требует хирургической подготовки животного, которая может носить острую (вивисекция) или хроническую (экспериментально-хирургическая) форму. Поэтому эксперименты подразделяются на два вида: острый (вивисекция) и хронический.

Экспериментальный метод, в отличие от метода наблюдения, позволяет выяснить причину осуществления какого-то процесса или функции.

## **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

## **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 планируемому результату 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)**

Physics in Medicine - <https://www.journals.elsevier.com/physics-in-medicine>

Одиннадцать сюжетов о ядерной физике в медицине -

[https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya\\_biblioteka/431581/Odinnadtsat\\_syuzhetov\\_o\\_yadernoy\\_fizike\\_v\\_meditsine](https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/431581/Odinnadtsat_syuzhetov_o_yadernoy_fizike_v_meditsine)

Физика в медицине и ее роль - <https://fb.ru/article/242003/fizika-v-meditsine-i-ee-rol>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретического обучения. Поэтому в ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Лекционный материал и предлагаемая преподавателем литература даст систематизированные основы научных знаний по соответствующей теме, раскроет состояния и перспективы развития рассматриваемых вопросов, сконцентрирует внимание студентов на наиболее сложных узловых вопросах, будет стимулировать их активную познавательную деятельность, формировать творческое мышление.
практические занятия	Практические занятия по курсу имеют цель развития у студентов алгоритмического мышления в степени, необходимой для быстрого и полного освоения компьютерных технологий, применяемых в различных предметных областях, а также способности видеть и формулировать задачи новых применений компьютера в будущей профессиональной деятельности.
самостоятельная работа	Наряду с чтением лекций профессорско-преподавательским составом кафедры, изучением основной и дополнительной литературы по курсу студентам рекомендуется проведение самостоятельной работы. Самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью учебной работы и предназначена для достижения следующих целей: - закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков; - подготовка к предстоящим занятиям, зачетам; - формирование культуры умственного труда и самостоятельности в поиске и приобретении новых знаний. Формами самостоятельной работы студентов являются изучение соответствующей научно-технической литературы, рекомендуемых преподавателями кафедры.
зачет	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.

### 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 12.04.04 "Биотехнические системы и технологии" и магистерской программе "Медицинская и клиническая техника".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.02 Техническая физика в медицине

### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 12.04.04 - Биотехнические системы и технологии

Профиль подготовки: Медицинская и клиническая техника

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

#### Основная литература:

1. Лещенко В.Г. Медицинская и биологическая физика. Практикум [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.Г. Лещенко, Г.К. Ильич, Н.И. Инсарова [и др.] ; под ред. В.Г. Лещенко. Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2017. 334 с. : ил. (Высшее образование: Бакалавриат). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/608780>
2. Лещенко В.Г. Медицинская и биологическая физика [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.Г. Лещенко, Г.К. Ильич. Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2017. 552 с. : ил. (Высшее образование). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/766789>
3. Мягков, С.А. Магнитно-резонансная томография в диагностике инволютивных изменений и патологических компрессионных переломов позвоночника [Электронный ресурс]: монография / С.А. Мягков, Е.П. Шармазанова, А. Мягков. - Saarbrücken : Palmarium Academic Publishing, 2015. - 156 с. - ISBN 978-3-639-74018-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1059054>

#### Дополнительная литература:

1. Фёдоров А.В. Маленькие секреты большой томографии [Электронный ресурс]: монография / А.В. Фёдоров, А.И. Лаврентьева, О.И. Кононенко, Н.А. Березина ; под ред. Н.А. Березиной. Москва : ИНФРА-М, 2017. 194 с.- Текст : электронный. - URL: Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/900873>
2. Торшин С.П. Биогеохимия радионуклидов [Электронный ресурс]: Учебник / С.П. Торшин , Г.А. Смолина - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 320 с. ISBN 978-5-16-010625-0 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/496674>

*Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.02 Техническая физика в медицине*

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

Направление подготовки: 12.04.04 - Биотехнические системы и технологии

Профиль подготовки: Медицинская и клиническая техника

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

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.