

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

Е.А. Турилова

28 февраля 2025 г.

подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

### Радиационная физика в медицине

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Медицинская физика

Квалификация выпускника: магистр

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. Рыжкин С.А. (кафедра медицинской физики, Отделение физики), SARyzhkin@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-3	Способен принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности.

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Основы радиационной физики, взаимодействия электромагнитного и корпускулярного излучения с веществом, воздействие ионизирующего излучения на биологические объекты, принципы детектирования ионизирующего излучения, традиционные и новые методы диагностики лучевых поражений, методы лечебного применения ионизирующего излучения, применение радиационных технологий для получения новых перспективных материалов для медицины.

Должен уметь:

работать на современном экспериментальном оборудовании, правильно интерпретировать полученные результаты.

Должен владеть:

основными методами расчета дозовой нагрузки, уровня радиации, режимов работы ускорителей для получения тонких наноструктурированных слоев для целей практической медицины и диагностических приборов.

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.02.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.04.02 "Физика (Медицинская физика)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 2 курсе в 3 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 - 47 часа(ов), в том числе лекции - 28 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 25 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 3 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- мestr	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. Введение в радиационную физику.	3	2	0	1	0	0	0	0	2

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)							Само-стоятель-ная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме		
2.	Тема 2. Источники ионизирующих излучений.	3	2	0	1	0	0	0	2	
3.	Тема 3. Детекторы ионизирующего излучения.	3	2	0	2	0	0	0	2	
4.	Тема 4. Эффекты, возникающие при радиационном воздействии.	3	4	0	2	0	0	0	2	
5.	Тема 5. Торможение ионов при имплантации.	3	2	0	2	0	0	0	2	
6.	Тема 6. Радиационное дефектообразование.	3	3	0	2	0	0	0	2	
7.	Тема 7. Относительная биологическая эффективность разных видов ионизирующих излучений.	3	3	0	2	0	0	0	2	
8.	Тема 8. Защита от ионизирующих излучений.	3	2	0	2	0	0	0	2	
9.	Тема 9. Медицинские приборы, использующие источники ионизирующего излучения.	3	3	0	2	0	0	0	3	
10.	Тема 10. Радиобиологические основы лечебного применения ионизирующих излучений.	3	2	0	1	0	0	0	3	
11.	Тема 11. Применение радиационных технологий для получения новых перспективных материалов для медицины.	3	3	0	1	0	0	0	3	
	Итого		28	0	18	0	0	0	25	

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Введение в радиационную физику.

Радиационные величины и единицы их измерения.Биологическая опасность медицинского облучения. Классификация медицинского облучения. Медицинское облучение при лучевой терапии.

Классификация лучевых поражений. Нормативные дозовые пределы и максимально допустимые уровни облучения.Меры по ограничению медицинского облучения при лучевой диагностике.Классификация лучевых реакций и повреждений.

## **Тема 2. Источники ионизирующих излучений.**

Естественная и искусственная радиоактивность. Космическое излучение, галактическая радиация, солнечные лучи, излучение радиационных поясов земли, радиация земной коры, источники техногенного излучения. Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение. Закон Мозли. Альфа- и бета - распад, гамма - излучение. Бомбардировка корпускулярными частицами.

## **Тема 3. Детекторы ионизирующего излучения.**

Общая характеристика детекторов изображения.

Основные принципы обработки изображений, структурный анализ.

Классификация изображений и распознавание объектов. Физические основы регистрации ионизирующих излучений. Ионизационная камера, газоразрядные счетчики, камера Вильсона, пузырьковая камера и др. Счетчики Гейгера-Мюллера. ЭПР-спектроскопия как метод ретроспективной дозиметрии.

## **Тема 4. Эффекты, возникающие при радиационном воздействии.**

Общая характеристика взаимодействия излучения с веществом. Эффекты, возникающие при радиационном воздействии: радиационно-стимулированное вакансационное распухание (свэллинг), ионное распыление, ионно-стимулированная диффузия. Детерминированные и стохастические эффекты воздействия ионизирующих излучений.

## **Тема 5. Торможение ионов при имплантации.**

Ядерное и электронное торможение ионов при имплантации. Физические основы метода. Рассеяние и торможение ионов. Структура и свойства имплантированных слоев. Распределение пробегов. Аморфизация. Основные механизмы аморфизации при ионной бомбардировке.

Эффект канализирования.

### **Тема 6. Радиационное дефектообразование.**

Дефекты в твердых телах. Образование радиационных дефектов. Примеры дефектных структур при ионном облучении. Каскад смещения. Пороговая энергия образования вакансии. Формула Кинчина-Пиза. Пространственное распределение радиационных дефектов. Образование аморфных слоев. Механизмы аморфизаций.

### **Тема 7. Относительная биологическая эффективность разных видов ионизирующих излучений.**

Принцип Гrottгуса. Дискретный характер поглощения энергии ионизирующих излучений. Относительная биологическая эффективность (ОБЭ) разных видов ионизирующих излучений. Зависимость коэффициента ОБЭ от величины линейной передачи энергии. Зависимость биологического эффекта от поглощенной дозы излучения.

### **Тема 8. Защита от ионизирующих излучений.**

Прямое и косвенное действие ионизирующих излучений. Реакция клеток на облучение. Лучевая болезнь. Последствия облучения. Защита от ионизирующих излучений. 3 основных метода защиты от ионизирующих излучений. Защита временем. Защита расстоянием. Защита активностью.

### **Тема 9. Медицинские приборы, использующие источники ионизирующего излучения.**

Принципы работы медицинских приборов, использующих источники ионизирующего излучения. Основные виды рентгенодиагностических аппаратов: флюорографы, рентгенодиагностические аппараты для рентгенографии, рентгенодиагностические аппараты для рентгеноскопии, рентгеновские компьютерные томографы. Оборудование для ядерной медицины.

## **Тема 10. Радиобиологические основы лечебного применения ионизирующих излучений.**

Радиобиологические основы лечебного применения ионизирующих излучений.

Использование радионуклидов и нейtronов в медицине. Методы, использующие радиоактивные индикаторы (меченные атомы) с диагностическими и исследовательскими целями. Излучение радионуклидов для биологического действия с лечебными целями. Бактерицидное действие облучения. Гамма- и альфа-терапия. Радоновая терапия и др.

## **Тема 11. Применение радиационных технологий для получения новых перспективных материалов для медицины.**

Теоретические основы расчета режимов имплантации для полученияnanoструктурированных материалов и приборов для медицинских целей. Технологии лечения с использованием источников ионизирующих излучений. Современные инновационные радиационные технологии в медицине.

## **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 №14-55-99бн/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

В.Ю.Петухов, Г.Г.Гумаров. Ионно-лучевые методы получения тонких пленок. Методическая разработка для студентов физического факультета. Под ред. В.Ю.Петухова. Казань: 2010. 787 с. -  
[http://www.ksu.ru/f6/k5/bin\\_files/petukhov\\_ibm!33.pdf](http://www.ksu.ru/f6/k5/bin_files/petukhov_ibm!33.pdf)

Петухов В.Ю., Гумаров Г.Г. Исследование поверхностных слоев твердых тел методом скользящего рентгеновского пучка // Учебно-методическое пособие для студентов физического факультета. ? Казань: КГУ, 2009.- 16 с. -  
[http://www.ksu.ru/f6/k5/bin\\_files/petukhov\\_rentgen!32.pdf](http://www.ksu.ru/f6/k5/bin_files/petukhov_rentgen!32.pdf)

Петухов В.Ю., Хабибуллина Н.Р. Исследование тонких пленок методом ЭПР // Учебно-методическое пособие для студентов физического факультета. ? Казань, 2009.- 31 с - [http://www.ksu.ru/f6/k5/bin\\_files/petukhov\\_epr!31.pdf](http://www.ksu.ru/f6/k5/bin_files/petukhov_epr!31.pdf)

## **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)**

Антонов В. Ф., Коржуев А. В. Физика и биофизика: краткий курс: учеб. пособие. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. - 288 с. -  
<http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970420430.html>

Атомная физика. Теоретические основы и лабораторный практикум: Уч. пос. / В.Е.Граков, С.А.Маскевич и др.; Под общ. ред. А.П.Клищенко. - М.: ИНФРА-М; Мин. знание, 2011. - 333с. -  
<http://znanium.com/bookread.php?book=218015#none>

Кудряшов Ю.Б. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения). 2004 год. 448 с. -  
[http://www.ph4s.ru/book\\_bio.html](http://www.ph4s.ru/book_bio.html)

Лучевая диагностика и терапия: учебное пособие / С.К. Терновой, В.Е. Синицын. - М.:ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 304 с -  
<http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970413920.html>

Лучевая терапия: учебник. Труфанов Г.Е., Асатуриян М.А., Жаринов Г.М. и др. / Под ред. Г.Е. Труфанова. 2013. - 208 с.  
- <http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970425145.html>

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

<b>Вид работ</b>	<b>Методические рекомендации</b>
лекции	<p>Лекция (от лат. <i>lectio</i>) - это систематическое, последовательное, монологическое устное изложение преподавателем (лектором) учебного материала, как правило, теоретического характера. Цель лекции: организация целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению программным материалом учебной дисциплины. Важным критерием в работе с лекционным материалом является подготовка студентов к сознательному восприятию преподаваемого материала. При подготовке студента к лекции необходимо, во-первых, психологически настроиться на эту работу, осознать необходимость ее систематического выполнения. Во-вторых, необходимо выполнение познавательно-практической деятельности накануне лекции (просматривание записей предыдущей лекции для восстановления в памяти ранее изученного материала; ознакомление с заданиями для самостоятельной работы, включенными в программу, подбор литературы). Подготовка к лекции мобилизует студента на творческую работу, главными в которой являются умения слушать, воспринимать, записывать. Лекция - это один из видов устной речи, когда студент должен воспринимать на слух излагаемый материал. Внимательно слушающий студент напряженно работает, анализирует излагаемый материал, выделяет главное, обобщает с ранее полученной информацией и кратко записывает. Записывание лекции - творческий процесс. Запись лекции крайне важна. Это позволяет надолго сохранить основные положения лекции; способствует поддержанию внимания; способствует лучшему запоминания материала.</p>
практические занятия	<p>В содержании каждой практической работы указывается цель работы, какие формируются учебные и профессиональные практические умения, порядок выполнения работы, рекомендуемые информационные источники, краткие теоретические сведения или формулы, примеры решения задач, вопросы для самоконтроля, варианты заданий для самостоятельного решения, критерий оценки. Практические работы необходимо выполнять в тетрадях для практических работ с указанием номера, темы, целей работы.</p>
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа обучаемых имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, подготовку к предстоящему зачёту (экзамену) по дисциплине, а также формирование представлений об основных понятиях и разделах курса, и приобретении новых знаний. Рекомендуются следующие виды самостоятельной работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку;</li> <li>■ работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы;</li> <li>■ поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников информации по курсу, написание реферата по выбранной теме;</li> <li>■ подготовка к практическим занятиям;</li> <li>■ подготовка к лабораторным работам;</li> <li>■ подготовка к зачету (экзамену).</li> </ul>

Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	<p>Экзамен как форма итогового контроля имеет целью выявить и оценить знания, практические умения и навыки обучающихся за курс дисциплины, проводится в соответствии с рабочим учебным планом в объеме рабочей программы. Экзамен проводится путем собеседования или в виде тестирования. Собеседование может проводиться в соответствии с разработанными билетами. В каждый билет входит два-три теоретических вопроса из различных разделов программы. Тесты составлены по всему пройденному материалу. Каждый из вариантов включает вопросы и варианты ответов, один из которых является правильным. Для подготовки к экзамену на кафедре имеется перечень вопросов, охватывающий весь программный материал дисциплины. Перечень вопросов для подготовки к экзамену составлен в соответствии с рабочим учебным планом. В процессе подготовки к экзамену обучающимся необходимо пользоваться лекционными записями и рекомендованной учебной литературой. Разрешается использование иного дополнительного материала, имеющегося у обучающегося. Изучая тематический материал, для обучающихся основополагающим является выделение основных положений, их осмысление и практическое применение. Положительным моментом является ассоциативное переложение теоретического знания на конкретную ситуацию. Важным является выявление взаимосвязи знания с будущей практической деятельностью. При оценке теоретических знаний учитывается участие обучающихся в работе на семинарских занятиях. Преподаватель, принимающий экзамен, может задавать дополнительные вопросы, ставить практические задачи.</p>

#### **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.

Компьютерный класс.

#### **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 03.04.02 "Физика" и магистерской программе "Медицинская физика".

*Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.02.01 Радиационная физика в медицине*

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

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Медицинская физика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

**Основная литература:**

1. Антонов В.Ф., Физика и биофизика: учебник / В. Ф. Антонов, Е. К. Козлова, А. М. Черныш. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 472 с. - ISBN 978-5-9704-3526-7. - Текст: электронный // ЭБС 'Консультант студента': [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435267.html> (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: по подписке.
2. Терновой С.К. Лучевая диагностика и терапия. Частная лучевая диагностика: учебник: в 2-х т. - Т. 2 / С.К. Терновая и др. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 356 с. - ISBN 978-5-9704-2990-7. - Текст: электронный // ЭБС 'Консультант студента': [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429907.html> (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: по подписке.
3. Латфуллин, И. А. Основы поражающего действия ионизирующего излучения на организм человека: 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. - 194 с.: ил. - Текст: электронный. - URL: [https://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/22055/06\\_40\\_A5-000747.pdf](https://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/22055/06_40_A5-000747.pdf) (дата обращения: 12.05.2023). Режим доступа: открытый.

**Дополнительная литература:**

1. Кудряшов, Ю. Б. Радиационная биофизика: сверхнизкочастотные электромагнитные излучения: учебник / Ю. Б. Кудряшов, А. Б. Рубин. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 216 с. - ISBN 978-5-9221-1565-0. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59635> (дата обращения: 11.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Труфанов, Г. Е. Лучевая диагностика : учебник / Труфанов Г. Е. и др. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 484 с. - ISBN 978-5-9704-4419-1. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970444191.html> (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа : по подписке.
3. Бондаренко, Г. Г. Радиационная физика, структура и прочность твердых тел : учебное пособие / Г. Г. Бондаренко. - 2-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 465 с. - ISBN 978-5-00101-912-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/151492> (дата обращения: 11.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

*Приложение 3*  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
**Б1.В.ДВ.02.01 Радиационная физика в медицине**

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

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Медицинская физика

Квалификация выпускника: магистр

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.