

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

Физические методы визуализации

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. Ильясов К.А. (кафедра медицинской физики, Отделение физики), Kamil.Ilyasov@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
ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности;

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Физические принципы различных методов получения изображений в медицине, особенности и ограничения этих методов

Должен уметь:

Интерпретировать данные полученные разными методами с точки зрения физических принципов лежащих в основе визуализации

Должен владеть:

Методологией методов визуализации в применении к задачам медицинской диагностики и изучением их функции.

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.О.02.04 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.04.02 "Физика (Медицинская физика)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 1 курсе в 2 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 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 25 часа(ов), в том числе лекции - 12 часа(ов), практические занятия - 12 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 47 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет во 2 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-тельная 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. Рентгеновские лучи и получение изображений.	2	1	0	1	0	0	0	2

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
2.	Тема 2. Компьютерная рентгеновская томография.	2	2	0	1	0	0	0	8
3.	Тема 3. Цифровая ангиографии	2	1	0	1	0	0	0	3
4.	Тема 4. Визуализации с помощью ультразвука.	2	1	0	1	0	0	0	4
5.	Тема 5. Получения изображений с помощью радиоизотопов.	2	1	0	1	0	0	0	3
6.	Тема 6. МР-томография.	2	4	0	4	0	0	0	15
7.	Тема 7. ЭПР-томография.	2	1	0	1	0	0	0	4
8.	Тема 8. Получения изображений с помощью инфракрасного излучения. Визуализация по распределению электрического импеданса. Сравнение различных методов визуализации.	2	1	0	2	0	0	0	8
	Итого		12	0	12	0	0	0	47

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Рентгеновские лучи и получение изображений.

Взаимодействие с веществом. Детекторы рентгеновского излучения. Получение изображений. Устройство рентгеновской трубки. Спектр излучения. Влияние напряжения и тока на рентгеновской трубке на изображение. Качество изображений. Оборудование. Контроль качества изображений. Клинические применения. Биологические эффекты и безопасность. Пути дальнейшего развития.

##### Тема 2. Компьютерная рентгеновская томография.

Принципы получения изображений, реконструкция изображений, оборудование для рентгеновской томографии. Параметры качества изображений. Приложения для задач кардиологии, способы увеличения скорости получения изображений. Использование метода двойной энергии. Безопасность и биологические эффекты.

##### Тема 3. Цифровая ангиографии

Цифровая ангиография и ее применение для сосудистой хирургии. Принципы метода. Пространственное и временное разрешение. Методы регистрации изображений. Особенности аппаратурой реализации. Сравнение с компьютерной рентгеновской томографией и пленарной ангиографией. Биологические эффекты. Возможности, достижения и перспективы метода.

##### Тема 4. Визуализации с помощью ультразвука.

Физические принципы визуализации с помощью ультразвука. Физика ультразвуковых волн в живом организме. Особенности аппаратурной реализации. Доплер-УЗИ. Получение трехмерных изображений. Возможности дальнейшей оптимизации изображений, контроль качества. Безопасность и биологические эффекты.

##### Тема 5. Получения изображений с помощью радиоизотопов.

Физические основы получения изображений с помощью радиоизотопов. Детекторы излучения. Аппаратура для визуализации с помощью радиоизотопов. Радионуклиды применяемые для визуализации. Статическая и динамическая планарная сцинтиграфия. Эмиссионная компьютерная томография: Однофотонная эмиссионная компьютерная томография и позитронная эмиссионная томография. Принцип реконструкции изображение в ОФЭКТ и ПЭТ. Контроль качества и оценка характеристик аппаратуры. Клинические приложения. Безопасность и биологические эффекты.

### **Тема 6. МР-томография.**

Физические принципы МР-томографии. Методы локализации, различные способы реконструкции изображений. Контраст изображений и способы получения оптимального контраста. Базовые импульсные последовательности. Спин-эхо, стимулированное и градиентное эхо. Биологические эффекты и обеспечение безопасности МРТ обследований.

### **Тема 7. ЭПР-томография.**

Физические принципы ЭПР-томографии. Метод ЭПР и его применение для исследований живых объектов. Стабильные свободные радикалы. Особенности аппаратурной реализации. Чувствительность и быстродействие метода. Пространственное и временное разрешение. Сравнение с методом ЯМР томографии. Проблемы и достижения метода. Потенциальные клинические применения.

### **Тема 8. Получения изображений с помощью инфракрасного излучения. Визуализация по распределению электрического импеданса. Сравнение различных методов визуализации.**

Физические принципы получения изображений в инфракрасном диапазоне излучений. Различные методы. Аппаратурная реализация. Физические ограничения метода. Клинические применения. Визуализация по распределению электрического импеданса. Электрические свойства биотканей. Методы измерения распределения импеданса биотканей. Возможности метода и потенциальные клинические применения. Сравнение различных методов визуализации, границ их применимости. Общее в методах визуализации и конкретные особенности.

### **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

Введение в магнитно-резонансную томографию / А.В. Аганов, А.Р. Юльметов. - Казань, Казанский федеральный университет, институт физики, 2014 г. - 64 с. - [http://kpfu.ru/portal/docs/F\\_993344670/aganov\\_A4.pdf](http://kpfu.ru/portal/docs/F_993344670/aganov_A4.pdf)

Принципы получения изображений в магнитно-резонансной томографии / К.А. Ильясов. - Казань: Казанский федеральный университет, институт физики. - 2014. - 31 с. - [http://kpfu.ru/portal/docs/F\\_1277485057/Principy.polucheniya.izobrazhenij.v.MRT.Ilyasov.pdf](http://kpfu.ru/portal/docs/F_1277485057/Principy.polucheniya.izobrazhenij.v.MRT.Ilyasov.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)**

Introduction to MRI - <http://www.mritutor.org/mritutor/index.html>

J.P.Hornak. Basics of MRI в переводе И.Н.Гиппа - [www.cis.rit.edu/htbooks/mri/](http://www.cis.rit.edu/htbooks/mri/)

The whole brain atlas - <http://www.med.harvard.edu/AANLIB/home.html>

интернет ресурс со ссылками на различные образовательные и информационные ресурсы в интернете - [http://www.rsna.org/Science\\_and\\_Education.aspx](http://www.rsna.org/Science_and_Education.aspx)

информационный сайт по радиологии - <http://www.radiologyinfo.org>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Лекция является главным звеном дидактического цикла обучения. Ее цель - формирование ориентировочной основы для последующего усвоения учебного материала.</p> <p>Изучение дисциплины начинается с вводной лекции, в которой преподаватель знакомит студентов с целью и назначением курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин. Далее дается общий обзор курса, определяется его значение для практической будущей работы студентов. Затем преподаватель знакомит слушателей с общей методикой работы над курсом, дает характеристику учебников и учебных пособий, знакомит слушателей с обязательным списком литературы, рассказывает об экзаменационных требованиях.</p> <p>В процессе прослушивания лекции очень важно умение студентов конспектировать наиболее значимые моменты теоретического материала. Конспект помогает внимательнее слушать, лучше запоминать в процессе записи, обеспечивает наличие опорных материалов при подготовке к семинару, экзамену.</p> <p>Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Поэтому систематическая работой студентов один из главных факторов успешного освоения дисциплины. Студентам необходимо: перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, что позволит сэкономить время на записывание темы лекции, ее основных вопросов, рекомендуемой литературы; перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратиться к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте "белых пятен" в освоении материала.</p>
практические занятия	<p>В ходе практических занятий студенты под руководством преподавателя выполняют задания и решают задачи направленной на более полное и глубокое понимание изложенного в лекциях или проработанного по заданию преподавателя самостоятельно. В ходе выполнения таких заданий допускается использование калькулятора и справочной литературы. Возможно использование компьютеров и моделирование с использованием программ модулей предложенных преподавателем или разработанным самостоятельно. Для более эффективной работы во время практического занятия рекомендуется разобрать теоретические материалы предшествующей лекции и/или рекомендованных преподавателем учебных пособий или научных статей.</p>
самостоятельная работа	<p>формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной преподавателем учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.); подготовка к устным опросам и дискуссиям; подготовка к контрольным работам;</p> <p>Основными видами самостоятельной работы с участием преподавателей являются: текущие консультации; устный опрос как форма контроля освоения теоретического содержания дисциплин: (в часы консультаций, предусмотренных учебным планом); выполнение контрольных работ и обсуждение их результатов и др.</p> <p>Лимит времени для проведения самостоятельной работы аудиторно отводится преподавателем непосредственно на уроке, для каждого вида работы определенный. Время на внеаудиторную самостоятельную работу берется в соответствии с учебным планом.</p> <p>Формами контроля за самостоятельной работой студента являются практические занятия, устные опросы и выполнение творческих заданий. Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>уровень освоения учебного материала;</li> <li>умение использовать теоретические знания при решении задач;</li> <li>обоснованность и четкость изложения ответа;</li> <li>оформление материала в соответствии с требованиями.</li> </ul>



Вид работ	Методические рекомендации
зачет	<p>Изучение темы завершается зачетом (в соответствии с учебным планом образовательной программы). Зачет как форма промежуточного контроля и организации обучения служит приемом проверки степени усвоения учебного материала и лекционных занятий, качества усвоения обучающимися отдельных разделов учебной программы, сформированных умений и навыков.</p> <p>Зачет проводится устно или письменно по решению преподавателя, в объеме учебной программы. Преподаватель вправе задать дополнительные вопросы, помогающие выяснить степень знаний обучающегося в пределах учебного материала, вынесенного на зачет.</p> <p>По решению преподавателя зачет может быть выставлен без опроса по результатам работы обучающегося на лекционных и(или) практических занятиях.</p> <p>В период подготовки к зачету обучающиеся вновь обращаются к пройденному учебному материалу. При этом они не только закрепляют полученные знания, но и получают новые.</p> <p>Подготовка обучающегося к зачету включает в себя три этапа:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* самостоятельная работа в течение процесса обучения;</li> <li>* непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету по темам курса;</li> <li>* подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билетах/тестах (при письменной форме проведения дифференцированного зачета).</li> </ul> <p>Литература для подготовки к зачету рекомендуется преподавателем.</p> <p>Зачет в письменной форме проводится по билетам/тестам, охватывающим весь пройденный по данной теме материал. По окончании ответа преподаватель может задать обучающемуся дополнительные и уточняющие вопросы. На подготовку к ответу по вопросам билета/теста обучающемуся дается 30 минут с момента получения им билета/теста.</p> <p>Результаты зачета объявляются обучающемуся после проверки ответов.</p> <p>Обучающийся, не сдавший зачет, допускается к повторной сдаче в соответствии с действующими правилами пересдачи.</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.О.02.04 Физические методы визуализации*

**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. Терновой С.К., Лучевая диагностика и терапия. Общая лучевая диагностика: учебник: в 2 т.: Т. 1 / Терновой С. К. и др. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 232 с. - ISBN 978-5-9704-2989-1. - Текст: электронный // ЭБС 'Консультант студента': [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429891.html> (дата обращения: 15.04.2023). - Режим доступа: по подписке.
2. Труфанов Г.Е., Лучевая диагностика: учебник / Труфанов Г.Е. и др. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 484 с. - 3-е изд., перераб. и доп. - ISBN 978-5-9704-4419-1. - Текст: электронный // ЭБС 'Консультант студента': [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970444191.html> (дата обращения: 15.04.2023). - Режим доступа: по подписке.
3. Граков, В. Е. Атомная физика. Теоретические основы и лабораторный практикум: учебное пособие / В.Е. Граков, С.А. Маскевич и др.; Под общ. ред. А.П. Клищенко. - Москва: ИНФРА-М; Минск: Нов. знание, 2011. - 333с. (Высшее обр.). - ISBN 978-5-16-004688-4. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/218015> (дата обращения: 15.04.2023). - Режим доступа: по подписке.

**Дополнительная литература:**

1. Аганов А.В. Введение в магнитно-резонансную томографию: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки 03.03.02 - Физика и 03.04.02 - Физика / А. В. Аганов; Казан. федер. ун-т. Институт физики. - Казань: КФУ, 2014. - 64 с.: ил. - Текст: электронный. - URL: [https://kpfu.ru/staff\\_files/F1029605490/Vvedenie\\_v\\_magnitno\\_rezonansnuju\\_tomografiyu\\_Aganov\\_AV.pdf](https://kpfu.ru/staff_files/F1029605490/Vvedenie_v_magnitno_rezonansnuju_tomografiyu_Aganov_AV.pdf) (дата обращения: 15.04.2023). - Режим доступа: открытый.
2. Ильясов К.А., Принципы получения изображений в магнитно-резонансной томографии / К.А. Ильясов; Казан. федер. ун-т, Институт физики. - Казань: КФУ, 2014. - 31 с. - URL: [https://kpfu.ru/portal/docs/F\\_1277485057/Principy\\_polucheniya\\_izobrazhenij\\_v\\_MRT.Ilyasov.pdf](https://kpfu.ru/portal/docs/F_1277485057/Principy_polucheniya_izobrazhenij_v_MRT.Ilyasov.pdf) (дата обращения: 15.04.2023). - Режим доступа: открытый.
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. мед. 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: 15.04.2023). - Режим доступа: открытый.
4. Новикова Л.Б., Церебральный инсульт: нейровизуализация в диагностике и оценке эффективности различных методов лечения. Атлас исследований / Новикова Л.Б., Сайфуллина Э.И., Скоромец А.А. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 152 с. - ISBN 978-5-9704-2187-1. - Текст: электронный // ЭБС 'Консультант студента': [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970421871.html> (дата обращения: 15.04.2023). - Режим доступа: по подписке.

*Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.О.02.04 Физические методы визуализации*

**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.