

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

Современные физические методы диагностической визуализации

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии

Направленность (профиль) подготовки: Медицинская томография: физические принципы и приборостроение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Содержание

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

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. Мельникова Д.Л. (Кафедра физики молекулярных систем, Отделение физики), melndaria@mail.ru ; заведующий кафедрой, д.н. Скирда В.Д. (Кафедра физики молекулярных систем, Отделение физики), kazanvs@mail.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 естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем
ПК-1	Способность к формированию технических требований и заданий на проектирование и конструирование биотехнических систем и медицинских изделий

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основные принципы использования МРТ для формирования изображений и основные явления, положенные в основу медицинской интроскопии
основные законы теории реконструкций в интроскопии
пути решения задач в медицинской интроскопии, получение основных представлений теории ЯМР
основные физические законы, лежащие в основе интроскопии и схемы реализации регистрации структуры объектов;
основные конструкции устройств медицинской интроскопии и их узлы
основные конструкции устройств медицинской интроскопии и их узлы; основы безопасности медицинской аппаратуры

Должен уметь:

- правильно определять основные параметры контролируемых процессов, необходимые для получения диагностической информации
- обоснованно выбирать эле-менты схем электронных функциональных устройств на этапе проектирования приборов медицинской интроскопии
- проводить расчет схем питающих устройств со-временных медицинских диагностических аппаратов и комплексов
- пользоваться справочной и технической документацией при выполнении регламентных и ремонтных работ рентгеновских аппаратов и комплексов
- понимать принципы функционирования приборов и устройств медицинской интроскопии

Должен владеть:

- методиками использования полученных теоретических знаний по МРТ для решения конкретных задач с последующим анализом и оценкой полученных результатов
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на сложном экспериментальном оборудовании
- навыками расчета пара-метров, характеризующих взаимодействие полей раз-личной природы с веществом, при решении конкретных задач
- навыками осуществления поиска и анализа научно-технической информации по приборам и выбирать необходимые материалы с соблюдением требований информационной безопасности

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.31 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии (Медицинская томография: физические принципы и приборостроение)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 4 курсе в 8 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 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 91 часа(ов), в том числе лекции - 72 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 89 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет с оценкой в 8 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. Введение в методы томографии. Основы ЯМР-томографии.	8	8	0	2	0	0	0	9
2.	Тема 2. Методы формирования изображения по линиям.	8	8	0	2	0	0	0	10
3.	Тема 3. Плоскостные и многоплоскостные методы интроскопии. Эхо-планарная интроскопия.	8	8	0	2	0	0	0	10
4.	Тема 4. Методы ускоренного получения изображений.	8	8	0	2	0	0	0	10
5.	Тема 5. Параллельные методы получения изображений	8	8	0	2	0	0	0	10
6.	Тема 6. Чувствительность и быстродействие различных методов ЯМР-томографии. Протоколы исследований. Специализированные импульсные последовательности.	8	8	0	2	0	0	0	10
7.	Тема 7. Контрастирование изображений по временам релаксации. Процедура проведения МРТ с введением парамагнитных контрастных веществ. МР-изображений по временам релаксации. Магнитно-резонансная диагностика опухолевидных заболеваний позвоночника, спинного мозга, головного мозга и др. органов с использованием контрастных агентов	8	8	0	2	0	0	0	10
8.	Тема 8. Эффекты самодиффузии и ЯМР-интроскопия. МРТ сосудов - ангиография.	8	8	0	2	0	0	0	10
9.	Тема 9. ЯМР томография объектов с короткими временами релаксации	8	8	0	2	0	0	0	10

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	Лаборато- рные работы, всего		Лаборато- рные в эл. форме
	Итого		72	0	18	0	0	0	89

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение в методы томографии. Основы ЯМР-томографии.

Классификация методов формирования изображений. Рентген. Ультразвук. Компьютерная томография. Введение в принципы ЯМР. Классическое представление. ЯМР в неоднородном магнитном поле. Локальное возбуждение спиновой системы. Понятие селективных радиочастотных импульсов. Последовательная выборка по точкам. Метод чувствительной точки. ЯМР с фокусирующим полем и локальный ЯМР.

Тема 2. Методы формирования изображения по линиям.

Метод формирования изображения по линиям. Метод чувствительной линии (множества чувствительных точек) Линейное сканирование. (Эхо-линейное сканирование) Метод восстановления по проекциям. Основы Фурье-преобразований. Двумерное обратное фурье-преобразование. Фурье-интроскопия. Основы Фурье-преобразований.

Тема 3. Плоскостные и многоплоскостные методы интроскопии. Эхо-планарная интроскопия.

Метод чувствительной линии (множества чувствительных точек) Линейное сканирование. (Эхо-линейное сканирование) Метод восстановления по проекциям. Двумерное обратное фурье-преобразование. Фурье-интроскопия. Основы фурье-преобразований. Двумерное фурье-преобразование. Метод "подтягивания" спинов. Эхо-планарная интроскопия.

Тема 4. Методы ускоренного получения изображений.

Дилемма пространственное, временное разрешение и сигнал-шум. детальное рассмотрение быстрых импульсных последовательностей типа GRE, TRUFI, RARE. Метод фазовых графов.

Расчет параметров пространственного и временного разрешения при различных последовательностях. Оценка изменения отношения сигнала-шум при изменении параметров измерения. Моделирование импульсных последовательностей.

Тема 5. Параллельные методы получения изображений

Принцип параллельного получения изображений. Основные методики и алгоритмы реконструкции изображений. Использование многоканальных катушек для регистрации сигнала и в качестве передающих катушек. технические аспекты реализации многоканальные систем.

Методы реконструкции при параллельном получении изображения. Сравнение этих методов и обсуждение их преимуществ и недостатков. изменения отношения сигнал-шум при параллельном получении изображения.

Тема 6. Чувствительность и быстродействие различных методов ЯМР-томографии. Протоколы исследований. Специализированные импульсные последовательности.

Сравнительный анализ чувствительности и быстродействия различных методов ЯМР-томографии. Основные принципы и методики контрастирования изображений по временам спин-решеточной и спин-спиновой релаксации. Импульсные последовательности контрастирования изображения по временам спин-спиновой релаксации.

Работа на учебном мини ЯМР-томографе.

Тема 7. Контрастирование изображений по временам релаксации. Процедура проведения МРТ с введением парамагнитных контрастных веществ. МР-изображений по временам релаксации. Магнитно-резонансная диагностика опухолевидных заболеваний позвоночника, спинного мозга, головного мозга и др. органов с использованием контрастных агентов

Методики контрастирования изображений по времени спин-решеточной релаксации. Методики фильтрации изображения на основе фильтров по спин-решеточной релаксации. Методики контрастирования изображений по времени спин-спиновой релаксации. Возможности регистрации элементов объема с малыми временами релаксации.

Типы контрастирующих агентов.

Тема 8. Эффекты самодиффузии и ЯМР-интроскопия. МРТ сосудов - ангиография.

Влияние движения молекул на величину сигнала ЯМР в градиентном магнитном поле. Самодиффузия, потоковая диффузия, тензор диффузии. Возможности определения компонент тензора диффузии в методиках МР. Эффекты самодиффузии на разрешающую способность ЯМР-интроскопии. Методы измерения коэффициентов самодиффузии. Контрастирование изображений по коэффициентам самодиффузии.

Работа на учебном мини ЯМР-томографе.

Тема 9. ЯМР томография объектов с короткими временами релаксации

Проблемы получения изображений в образцах с малыми временами релаксации. Методика Single -point. Методики SWIFT. Возможное развитие методик, ориентированных на получение о пространственном распределении областей объекта с малыми временами релаксации. Примеры применения методик, развитых на основе последовательности SWIFT.

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

электронный ресурс -

<http://kpfu.ru/portal/docs/F1671217290/K.A..Ilyasov.KOLICHESTVENNOE.IZMERENIE.DIFFUZII.IN.VIVO.METODOM.MAGNITNOY>

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)

NMR information server - <http://spincore.com/nmrinfo/>

Quality imaging and exceptional patient care - <http://www.tulsamri.com/>

Медицинская радиология (основы лучевой диагностики и лучевой терапии): Учебник. ? 2-е изд., перераб. и доп. / Линденбратае Л. Д., Корольюк И. П.; ? М.: Медицина, 2000.? 672 с: ил. (Учеб. лит. Для студентов мед. вузов). ISBN 5-225-04403-4 -

<https://drivens.by/new/wp-content/uploads/Lindenbraten-Korolyuk-Meditsinskaya-radiologiya-i-rentgenologiya.pdf>

Основы ЯМР, Джозеф П. Хорнак. - <http://www.cis.rit.edu/htbooks/nmr/inside.htm>

ЮДИНА А.Ю., БОГДАНОВ-мл. А.А., ПИРОГОВ Ю. А. Магнитно-резонансная томография в изучении ангиогенеза и его молекулярных маркеров / Под ред. Ю.А.Пирогова. - М.: Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, 2008. - <https://istina.msu.ru/download/27543279/1ePBxR:5CM5rMbbtQguA9VdocQBwhfbu5k/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Лекция ? это логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в учебном процессе не в том, чтобы предоставить всю информацию по теме, а чтобы помочь освоить фундаментальные проблемы курса, овладеть методами научного познания, предложить новейшие достижения научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. В ряде случаев лекция является основным источником информации, например, при отсутствии учебников, учебных пособий по новым курсам. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, ее проблемы, дает цельное представление о предмете, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами. Все другие формы учебных занятий ? семинары, лабораторные занятия, курсовое и дипломное проектирование, учебная практика, консультации, зачеты и экзамены ? связаны с лекцией, опираются на фундаментальные положения и выводы.
практические занятия	Термин ?практическое занятие? используется в педагогике как родовое понятие, включающее такие виды, как лабораторную работу, упражнение, семинар в его разновидностях. Аудиторные практические занятия играют исключительно важную роль в выработке у студентов навыков применения полученных знаний для решения практических задач в процессе совместной деятельности с преподавателями. Практические занятия служат своеобразной формой осуществления связи теории с практикой. Структура практических занятий в основном одинакова ? вступление преподавателя, вопросы студентов по материалу, который требует дополнительных разъяснений, собственно практическая часть, заключительное слово преподавателя. Разнообразие возникает в основной, собственно практической части, включающей рефераты, доклады, дискуссии, тренировочные упражнения, решение задач, наблюдения, эксперименты и т. д. Опыт показывает, что нельзя на практических занятиях ограничиваться выработкой только практических навыков, техникой решения задач, построения графиков и т. п. Студенты должны всегда видеть ведущую идею курса и связь ее с практикой. Цель занятий должна быть понятна не только преподавателю, но и студентам. Это придает учебной работе жизненный характер, утверждает необходимость овладения опытом профессиональной деятельности, связывает их с практикой жизни.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная учебная работа представлена такими формами учебного процесса, как лекция, семинар, практические и лабораторные занятия, экскурсии, подготовка к ним. Студент должен уметь вести краткие записи лекций, составлять конспекты, планы и тезисы выступлений, подбирать литературу и т.д. Научная самостоятельная работа студента заключается в его участии в работе кружков на кафедрах, в научных конференциях разного уровня, а также в написании контрольных, историй болезни, курсовых и выпускных квалификационных (дипломных работ) работ. Положительное значение научной работы проявляется в ряде обстоятельств:</p> <ul style="list-style-type: none"> - будущие специалисты участвуют в процессе добывания новых знаний; - приобретаемые знания становятся прочными и целенаправленными; - студенты видят практические плоды своего труда, что эффективно стимулирует их дальнейшую деятельность; - приобретаются начальные навыки в научном исследовании.
зачет с оценкой	<p>Цель зачета - выявить и оценить знания, практические умения и навыки обучающихся за курс дисциплины. Зачет проводится путем собеседования в соответствии с разработанными заданиями. В качестве задания может выступать подробное рассмотрение теоретического вопроса, решение практической задачи, выполнение презентации и ее защита по теме из различных разделов программы. Для подготовки к зачету на кафедре имеется перечень вопросов, охватывающий весь программный материал дисциплины. В процессе подготовки к зачету 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.</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.

Специализированная лаборатория.

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 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии" и профилю подготовки "Медицинская томография: физические принципы и приборостроение".

*Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.31 Современные физические методы диагностической
визуализации*

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии

Профиль подготовки: Медицинская томография: физические принципы и приборостроение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Основная литература:

1. Основы ядерного магнитного резонанса : учебное пособие / М.П. Евстигнеев, А.О. Лантушенко, В.В. Костюков [и др.]. - Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2022. - 247 с. - ISBN 978-5-9558-0414-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1858556> (дата обращения: 14.02.2026). - Режим доступа: по подписке.
2. Маленькие секреты большой томографии : монография / А.В. Фёдоров, А.И. Лаврентьева, О.И. Кононенко, Н.А. Березина ; под ред. Н.А. Березиной. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 194 с. - (Научная мысль). - www.dx.doi.org/10.12737/monography_592bf3f61abb90.20838423. - ISBN 978-5-16-012989-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/900873> (дата обращения: 14.02.2026)
3. Илясов, Л. В. Физические основы и технические средства медицинской визуализации : учебное пособие / Л. В. Илясов. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 324 с. - ISBN 978-5-8114-2643-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/95140> (дата обращения: 14.02.2026). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Сергеев, Н. А. Основы квантовой теории ядерного магнитного резонанса : монография / Н. А. Сергеев, Д. С. Рябушкин. - Москва : Логос, 2020. - 272 с. - ISBN 978-5-98704-754-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1213078> (дата обращения: 14.02.2026). - Режим доступа: по подписке.
2. Лучевая диагностика : учебное пособие / составители Б. Н. Сапранов [и др.] ; под редакцией Б. Н. Сапранова. - Ижевск : ИГМА, 2017. - 176 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/134638> (дата обращения: 14.02.2026). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

*Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.31 Современные физические методы диагностической
визуализации*

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

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии

Профиль подготовки: Медицинская томография: физические принципы и приборостроение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

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

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

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

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

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

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

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