

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

Проф. Д. А. Гаюровский



01 » июня 2021 г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Основы позитронно-эмиссионной томографии

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии

Профиль подготовки: Медицинское оборудование: физические принципы и приборостроение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

## 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. (доцент) Рыжкин С.А. (кафедра медицинской физики, Отделение физики), SARyzhkin@kpfu.ru ; Рыжкин Сергей Александрович ; Рыжкин Сергей Александрович

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

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

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	Способность к формированию технических требований и заданий на проектирование и конструирование биотехнических систем и медицинских изделий
ПК-3	Способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов медицинских изделий и биотехнических систем на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- физические факторы, обеспечивающие контраст и соотношение сигнал/шум изображения. Факторы, влияющие на точность измерений. Возникающие опасные и вредные факторы;
- аппаратное обеспечение томографов и назначение их основных блоков. Принципы кодирования информации в томографии;
- оборудование для Центров ПЭТ диагностики, устройство и принципы работы. Диапазоны измерений, погрешности приборов. Выбор оптимальных параметров и режимов работы регистрирующей аппаратуры. Проведение определенных процедур, указанных в программах качества воздействие ионизирующих излучений на человека, основные принципы и нормы радиационной безопасности пациентов и персонала. Нормативные документы по РБ. Физические основы методов диагностики.

Должен уметь:

- использовать, контролировать и разрабатывать характеристики аппаратуры. Обрабатывать результаты измерений, использовать приборы;
- выбирать рациональный метод томографической диагностики; формулировать требования к отдельным блокам томографических комплексов, условиям их эксплуатации;
- осуществлять конкретные технологические процедуры обеспечения РБ, выбирать рациональный метод томографической диагностики; формулировать требования к отдельным блокам томографических комплексов, условиям их эксплуатации; оценивать качество полученных результатов; выявлять причину появления артефактов изображений; рассчитывать погрешность измерений.

Должен владеть:

- навыками работы на циклотроне, ПЭТ, радиохимическом комплексе. Навыками организации обеспечения качества диагностических процедур;
- навыками анализа качества изображений пациентов с различными заболеваниями;
- навыками организации обеспечения качества диагностических процедур. Навыками по обеспечению РБ.

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.03 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии (Медицинское оборудование: физические принципы и приборостроение)" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 4 курсе в 7 семестре.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 72 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 72 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 7 семестре.

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

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

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-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. История эмиссионной томография и этапы исследования. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом, детектирование ионизирующих излучений.	7	6	0	4	0	0	0	10
2.	Тема 2. Оборудование для Центров ПЭТ/КТ диагностики, устройства и принципы работы.	7	4	0	4	0	0	0	10
3.	Тема 3. Артефакты изображений в ПЭТ. Методы получения и выделения радионуклидов	7	4	0	4	0	0	0	10
4.	Тема 4. Что такое однофотонная эмиссионная компьютерная томография (сокращенно ОФЭКТ) и чем она отличается от ПЭТ	7	4	0	4	0	0	0	10
5.	Тема 5. Возможности ПЭТ/КТ для диагностики различных заболеваний. Достоинства и недостатки.	7	4	0	4	0	0	0	10
6.	Тема 6. Возможности однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ) для диагностики различных заболеваний. Достоинства и недостатки. Основы индивидуальной дозиметрии и радиационной безопасности.	7	6	0	8	0	0	0	10
7.	Тема 7. Калибровка и метрологическая поверка оборудования. Планирование и эффективная организация диагностического процесса.	7	8	0	8	0	0	0	12
	Итого		36	0	36	0	0	0	72

**4.2 Содержание дисциплины (модуля)**

**Тема 1. История эмиссионной томографии и этапы исследования. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом, детектирование ионизирующих излучений.**

Историческая справка. Этапы развития ядерной медицины. Первые приборы, основанные на гамма-камерах. Первые приборы для создания позитронно-эмиссионных изображений. Этапы исследования позитронно-эмиссионной томографии. Взаимодействие альфа-частиц с веществом. Кривая Брэгга. Линейная передача энергии. Взаимодействие электронов с веществом. Взаимодействие позитронов с веществом. Тормозное излучение. Черенковское излучение. Взаимодействие гамма-излучения с веществом. Фотоэффект. Комптоновское рассеяние. Образование пар. Ослабление гамма-излучения разными материалами.

**Тема 2. Оборудование для Центров ПЭТ/КТ диагностики, устройства и принципы работы.**

Оборудование для Центров ПЭТ/КТ диагностики, устройства и принципы работы. Производство радиофармпрепаратов (РФП): - Ядерный реактор-Ядерный генератор- Циклотрон; - Радиохимическая лаборатория: горячая камера, модуль синтеза РФП, фасовки РФП. Контроль качества: Лаборатория контроля качества РФП. Контроль радиационной безопасности: Системы мониторинга радиационной безопасности. Диагностика и обработка данных: ПЭТ или ПЭТ/КТ сканер. Рабочая станция врача.

**Тема 3.Arteфакты изображений в ПЭТ. Методы получения и выделения радионуклидов**

Аппаратные артефакты. Артефакты сбора данных. Артефакты обработки данных. Характеристики радионуклидной продукции: радионуклидная чистота, радиохимическая чистота, удельная активность. Ядерно-физический аспект производства радионуклидов. Циклотронные и реакторные нуклиды. Ускорители. Ядерные реакции. Типы ядерных реакций. Сечение реакции. Энергетика ядерной реакции. Реакции под действием заряженных частиц. Реакции под действием нейтронов. Фотоядерные реакции. Производство циклотронных радионуклидов. Расчет выхода. Принципы работы циклотрона. Получение реакторных нуклидов.

Выбор оптимальных условий облучения; выход насыщения. Методы получения наиболее востребованных изотопов. Радиохимический аспект производства радионуклидов.

**Тема 4. Что такое однофотонная эмиссионная компьютерная томография (сокращенно ОФЭКТ) и чем она отличается от ПЭТ**

Что такое ОФЭКТ и чем она отличается от ПЭТ. Преимущества метода. Возможности пространственного разрешения в системах однофотонной эмиссионной томографии. Создание планарных однофотонных эмиссионных изображений. Исследования щитовидной железы. Исследование скелета. Другие ядерно-медицинские исследования. Стандартные гамма-камеры, камера Ангера (принципы коллимации, типы коллиматоров, детекция сцинтилляции, позиционирование событий, взаимодействия фотонов, характеристики камеры).

**Тема 5. Возможности ПЭТ/КТ для диагностики различных заболеваний. Достоинства и недостатки.**

Показания к ПЭТ/КТ. Диагностические возможности методов. Методики диагностики в ПЭТ/КТ. Применение ПЭТ/КТ в онкологии, кардиологии, неврологии. Противопоказания к ПЭТ/КТ. Система позиционирования пациента. Протоколы исследований. Регистрация и совмещение изображений. Преимущества и недостатки позитронно-эмиссионной томографии. Есть ли альтернатива ПЭТ КТ.

Причины ошибок, возникающих при диагностике на ПЭТ КТ.

**Тема 6. Возможности однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ) для диагностики различных заболеваний. Достоинства и недостатки. Основы индивидуальной дозиметрии и радиационной безопасности.**

Показания к ОФЭКТ. Противопоказания к ОФЭКТ.

Достоинства и недостатки ОФЭКТ.

Проведение дозиметрического контроля. Работа выполняется с использованием поверенного дозиметрического оборудования и с использованием модельных источников гамма-излучения. Построение дозных полей, определение эквивалентной дозы облучения персонала и пациентов. Эффективная доза радиации при КТ.

Эффективная доза радиации при ПЭТ

**Тема 7. Калибровка и метрологическая поверка оборудования. Планирование и эффективная организация диагностического процесса.**

Калибровка оборудования. Работа гамма-спектрометра, системы ТСХ, системы ВЭЖХ, дозкалибратора. Поверка различных приборов и контроль их работы.

Планирование и эффективная организация диагностического процесса. Создание и оборудование центров

ПЭТ/КТ. Технологии и оборудование ПЭТ центров. Технологические решения учреждений ПЭТ. Путь создания учреждения ПЭТ.

Нормативно-правовая база РФ и документация применительно к ПЭТ.

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

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

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

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

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

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

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

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

##### **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

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

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций 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)**

Сайт ГБОУ ДПО РМАПО МЗ РФ - <http://www.rmapo.ru/>

Сайт журнала Вестник рентгенологии и радиологии - <http://russianradiology.ru>

Сайт журнала Медицинская визуализация - <http://medvis.vidar.ru>

Сайт МИФИ - [http://isotope.yerphi.am/metod\\_material/brochure.pdf](http://isotope.yerphi.am/metod_material/brochure.pdf)

Сайт Российской ассоциации радиологов - <http://www.russian-radiology.ru>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>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.</p>
практические занятия	<p>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.</p>

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.</p> <p>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"> <li>- будущие специалисты участвуют в процессе добывания новых знаний;</li> <li>- приобретаемые знания становятся прочными и целенаправленными;</li> <li>- студенты видят практические плоды своего труда, что эффективно стимулирует их дальнейшую деятельность;</li> <li>- приобретаются начальные навыки в научном исследовании.</li> </ul> <p>Различают следующие уровни самостоятельной работы студента: низкий, средний, высокий. Для каждой специальности и дисциплины разрабатываются свои критерии оценки данных уровней. Ведущими путями самостоятельной работы студентов являются репродуктивный, самостоятельный и поисковый. Мотивы самообразования:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- стихийные, неустойчивые (любопытность, интерес к предмету, ко всему окружающему);</li> <li>- познавательные (рост самообразования);</li> <li>- социально - значимые (связанные с реализацией идеалов и жизненных планов, призвания).</li> </ul> <p>Различают следующие характеры знаний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- локальный (не объединяются с другими, быстро забываются, возрастает удельный вес знаний, улучшается их качество);</li> <li>- целостный (знания глубокие, прочные, разносторонние, универсальные).</li> </ul> <p>Умения работать с источниками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- не систематизированы; студенты много читают, обращаются к дополнительной литературе эпизодично;</li> <li>- систематизированы: чтение вдумчивое; отмечается главное; делаются выписки;</li> <li>- рациональное применение различных источников информации: анализирует, соотносит с поставленными целями и задачами.</li> </ul>
экзамен	<p>один из самых ответственных видов самостоятельной работы, и в то же время возможность сэкономить большое количество времени в период сессии, если эту подготовку начинать заблаговременно. Одно из главных правил - представлять себе общую логику предмета, что достигается проработкой планов лекций, составлением опорных конспектов, схем, таблиц. Фактически основной вид подготовки к экзамену - "свертывание" большого объема информации в компактный вид, а также тренировка в ее "развертывании" (примеры к теории, выведение одних закономерностей из других и т.д.). Владение этими технологиями обеспечивает, пожалуй, более половины успеха. Тем более что преподаватель обычно замечает в течение семестра целенаправленную подготовку такого студента и может поощрить его тем или иным способом. Надо также правильно распределить силы, не только готовясь к самому экзамену, но и позаботившись о допуске к нему (часто это хорошее посещение занятий, выполнение в назначенный срок практических заданий, активность на семинарах). Наконец, необходимо выяснить условия проведения, самого экзаменационного испытания, используя для этой цели прежде всего консультацию: количество и характер вопросов, форма проведения (устно или письменно), возможность использовать при подготовке различные материалы и пособия (таблицы, схемы, тетради для практических занятий и т.д.).</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.

## **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 "Медицинское оборудование: физические принципы и приборостроение".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.03 Основы позитронно-эмиссионной томографии

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

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии  
Профиль подготовки: Медицинское оборудование: физические принципы и приборостроение  
Квалификация выпускника: бакалавр  
Форма обучения: очное  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2021

**Основная литература:**

1. Ободовский, И. М. Источники ионизирующих излучений : учебное пособие / И. М. Ободовский. - Долгопрудный : Интеллект, 2016. - 144 с. - ISBN 978-5-91559-220-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/859089> (дата обращения: 17.07.2021). - Режим доступа: по подписке.
2. Практикум по клинической диагностике с рентгенологией : учебное пособие / под общ. ред. Е. С. Воронина, Г. В. Сноза. - Москва : ИНФРА-М, 2020. - 336 с., [16] с. : цв. ил. - (Высшее образование: Специалитет). - ISBN 978-5-16-014370-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1093732> (дата обращения: 17.07.2021). - Режим доступа: по подписке.
3. 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](http://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: 17.07.2021)

**Дополнительная литература:**

1. Федотов, А. А. Введение в цифровую обработку биомедицинских изображений : учебное пособие / А. А. Федотов. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 108 с. - ISBN 978-5-8114-3458-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/112697> (дата обращения: 17.07.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Илясов, Л. В. Физические основы и технические средства медицинской визуализации : учебное пособие / Л. В. Илясов. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 324 с. - ISBN 978-5-8114-2643-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/167449> (дата обращения: 17.07.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера : учебное пособие / Д. Нельсон, М. Кокс ; перевод с английского Т. П. Мосоловой [и др.]. - 4-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020 - Том 2 : Биоэнергетика и метаболизм - 2020. - 691 с. - ISBN 978-5-00101-865-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/135558> (дата обращения: 17.07.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.03 Основы позитронно-эмиссионной томографии

**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: Медицинское оборудование: физические принципы и приборостроение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

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.