

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Димитровградский инженерно-технологический институт –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ДИТИ НИЯУ МИФИ)**

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
Заместитель руководителя

\_\_\_\_\_ Т.И. Романовская  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Электрон-позитронная томография»**

Направление подготовки \_\_\_\_\_ *03.04.02*

Квалификация выпускника \_\_\_\_\_ *Магистр*

Магистерская программа \_\_\_\_\_ *Медицинская физика*

Форма обучения \_\_\_\_\_ *очная*

Выпускающая кафедра \_\_\_\_\_ *общей и медицинской физики*

Кафедра-разработчик рабочей программы \_\_\_\_\_ *общей и медицинской физики*

Семестр	Трудоемкость час. (ЗЕТ)	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет/кр)
4	72(2)	22	22	0	28	зачет
<b>Итого</b>	<b>72(2)</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>28</b>	<b>зачет</b>

Димитровград  
2022 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	3
3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
4 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	8
5 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ).....	10
6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	14
7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	16
8 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	17

# 1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** освоения дисциплины: овладение сущностью трехмерного визуализирующего лучевого метода исследования внутренних органов человека или животного для последующей выработки профессиональных компетенций и формирования готовности к осуществлению самостоятельной профессиональной деятельности.

## **Задачи** освоения дисциплины:

изучить виды позитронного распада и принципы применения основных видов для электрон-позитронной томографии;

закрепление знаний физических основ позитронно-эмиссионной томографии;

приобретение знаний об основных методиках ПЭТ исследований различных органов и систем;

изучение аппаратной части ПЭТ-сканеров и основных узлов и системы коммутации;

обучение методологии научного анализа полученных данных позитронно-эмиссионной картины;

актуализация знаний в области воздействия ионизирующих излучений на организм человека и обеспечения радиационной безопасности при проведении диагностических исследований с применением ПЭТ и ОФЭКТ сканеров;

получение знаний в области сбора и реконструкции изображений, построения изображений, показатели качества изображений, показания и противопоказания к ПЭТ.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ и ООП ВО по направлению подготовки.

### **Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) / Обобщенные трудовые функции
Тип задачи профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	объекты использования источников неионизирующих и ионизирующих излучений	ПК-1 Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	З-ПК-1 знать методы проведения научных исследований и выполнения опытно-конструкторских работ в области физики У-ПК-1 уметь самостоятельно формулировать цели, ставить задачи научных исследований в своей профессиональной сфере; решать физические задачи с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта В-ПК-1 владеть навыками работы на современной	Профессиональный стандарт «40.008. Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами» D.7. Осуществление руководства разработкой комплексных проектов на всех стадиях и этапах выполнения работ

			аппаратуре, оборудовании; навыками использования информационных технологий в своей профессиональной области	
Тип задачи профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	объекты использования источников неионизирующих и ионизирующих излучений	ПК-1.1 Способен планировать и организовывать мероприятия по осуществлению научных исследований в избранной области экспериментальной и (или) теоретической физики с помощью современной приборной базы	З-ПК-1.1 знать свойства и структуру физических процессов, происходящих в различных средах; теоретические основы и базовые представления научного исследования в выбранной области инновационных ядерно-физических технологий, методов и средств экспериментальной ядерной медицины; основные современные методы расчета объекта научного исследования, использующие передовые инфокоммуникационные технологии У-ПК-1.1 уметь определять цели научной работы и способы их последовательного достижения, грамотно распределять рабочее время на достижение поставленных целей; управлять трудовыми ресурсами и работой персонала в малой научно-исследовательской группе В-ПК-1.1 владеть навыками организации эффективной совместной работы при проведении теоретических и экспериментальных исследований; прикладными программами для изучения различных физических процессов в электронных устройствах и биологических объектах	Профессиональный стандарт «40.008. Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами»  Обобщенная трудовая функция D.7. Осуществление руководства разработкой комплексных проектов на всех стадиях и этапах выполнения работ

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

*Знать:*

обеспечение безопасности ПЭТ исследований, в том числе с соблюдением требований радиационной безопасности;

физико-технические основы гибридных технологий;

научные подходы к исследованию органов и систем;

современные подходы, принципы ПЭТ исследований;

основы получения изображения при ПЭТ исследованиях;

принципы устройства, типы и характеристики томографов;

*Уметь:*

выбирать физико-технические условия для выполняемых ПЭТ исследований;

интерпретировать экспериментальные результаты ПЭТ исследований с точки зрения физических принципов лежащих в основе метода;  
 организовывать научно-исследовательскую работу и применять методы научного подхода к ПЭТ исследованию;  
 применять полученные знания на практике.

*Владеть:*

навыками анализа качества изображений пациентов с различными заболеваниями;  
 навыками организации обеспечения качества диагностических процедур;  
 навыками по обеспечению радиационной безопасности.

### 3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «*Электрон-позитронная томография*» относится к *к части, формируемой участниками образовательных отношений общенаучного* модуля учебного плана по направлению подготовки *03.04.02, Физика*.

#### 3.1 Объем дисциплины

Общая трудоемкость «*Электрон-позитронная томография*» составляет 2 зачетных единиц (ЗЕТ), 72 академических часов.

Таблица 3.1 – Объем дисциплины по видам учебных занятий

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. часов)	Семестр
		4
<b>Контактная работа с преподавателем</b> в том числе:		
– аудиторная по видам учебных занятий	<b>44</b>	<b>44</b>
– лекции	22	22
– практические занятия	22	22
– лабораторные работы	0	0
<b>Самостоятельная работа обучающихся в том числе:</b>	<b>28</b>	<b>28</b>
– проработка конспекта лекции	8	8
– подготовка к практическому занятию и ее последующая доработка	8	8
– подготовка к коллоквиуму	2	2
– составления глоссария	2	2
– подготовка реферата	8	8
<b>Вид промежуточной аттестации – зачет</b>	-	-
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	-	-

Таблица 3.2 – Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, включая самостоятельную работу студентов, акад. часы								Формируемые индикаторы освоения компетенций
		Лекции	Практические занятия	в том числе в форме практической подготовки	Лабораторные работы	в том числе в форме практической подготовки	Самостоятельная работа	в том числе в форме практической подготовки	Всего часов	
1	Методы эмиссионной компьютерной томографии	12	12	-	-	-	14	-	38	3-ПК-1 У-ПК-1
2	Технологии, перспективы и безопасность эмиссионной компьютерной томографии	10	10	-	-	-	14	-	34	В-ПК-1 3-ПК-1.1 У-ПК-1.1 В-ПК-1.1
	Итого	22	22	0	0	0	28	0	72	

### 3.2 Содержание дисциплины

Таблица 3.3 – Лекционный курс

№ лекции	Номер раздела	Тема лекции	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий
1	1	История эмиссионной томографии и этапы исследования. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом, детектирование ионизирующих излучений <i>Историческая справка. 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.</i>	4	-
2	1	Однофотонная эмиссионная компьютерная томография <i>Устройство и принцип работы гамма-камеры и ОФЭКТ-сканера. Типы коллиматоров</i>	2	
3	1	Принцип двухфотонной эмиссионной томографии <i>Устройство и принцип работы ПЭТ-сканера</i>	2	-
4	1	Аппаратура для ПЭТ <i>Этапы исследования и основные блоки сканера. Аппаратное обеспечение и контроль качества. Аппаратура для создания изображений радиационных полей. Сцинтилляционные детекторы.</i>	2	
5	1	Обработка и интерпретация результатов ПЭТ. Артефакты изображений в ПЭТ. <i>Анализ качества изображений ПЭТ и параметров реконструкции. Аппаратные артефакты. Артефакты сбора данных. Артефакты обработки данных. Реконструкция изображений в позитронно-эмиссионной томографии</i>	2	-
6	2	Радионуклиды и радиофармпрепараты для ПЭТ <i>Производство радионуклидов медицинского назначения. Клинические основы применения радиофармацевтических препаратов. Радиоактивные источники для ПЭТ. Производство позитронно-излучающих изотопов. Радиоизотопы для терапии и для дозиметрии ПЭТ. Синтез и контроль качества радиофармацевтических препаратов</i>	2	-
7	2	Кинетические исследования	2	-
8	2	Клиническое применение ПЭТ	2	
9	2	Возможности ПЭТ/КТ и ОФЭКТ для диагностики различных заболеваний	2	-
10	2	Безопасность при проведении и перспективы развития ПЭТ	2	-
Итого:			22	

Таблица 3.4 – Практические занятия

№ занятия	Номер раздела	Наименование практического занятия	Трудоёмкость, акад. часов	
			всего	в том числе в форме практической подготовки
1	1	Методы регистрации и детекторы ионизирующего излучения, применяемые в радионуклидной диагностике	4	-
2	1	Артефакты изображений в ПЭТ	4	
3	1	Возможности ПЭТ/КТ для диагностики различных заболеваний. Достоинства и недостатки.	2	-
4	1	Возможности однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ) для диагностики различных заболеваний. Достоинства и недостатки.	2	-
5	2	Однофотонная эмиссионная компьютерная томография. Радионуклиды, используемые в ОФЭКТ.	2	-
6	2	Позитронно-эмиссионная томография. Радионуклиды, используемые в ПЭТ.	2	
7	2	Дозиметрия на разных этапах разработки и внедрения радиофармпрепаратов	4	
8	2	Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при подготовке и проведении позитронной эмиссионной томографии	2	-
<b>Итого:</b>			<b>22</b>	<b>-</b>

Таблица 3.5 – Лабораторные работы

учебным планом не предусмотрены.

Таблица 3.6 – Самостоятельная работа

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид самостоятельной работы студента	Трудоёмкость, часов
1	1.1	проработка конспекта лекции	4
	1.2	подготовка к практическому занятию и ее последующая доработка	4
	1.3	подготовка к коллоквиуму	1
	1.4	составления глоссария	1
	1.5	подготовка реферата	4
			всего по 1 разделу
2	2.1	проработка конспекта лекции	4
	2.2	подготовка к практическому занятию и ее последующая доработка	4
	2.3	подготовка к коллоквиуму	1
	2.4	составления глоссария	1
	2.5	подготовка и защита реферата	4
			всего по 2 разделу
<b>ИТОГО:</b>			<b>28</b>

## 4 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы и дающие наиболее эффективные результаты освоения дисциплины:

**1. ЛЕКЦИЯ, мастер-класс** (Лк, МК) – передача учебной информации от преподавателя к студентам, как правило с использованием компьютерных и технических средств, направленная в основном на приобретение студентами новых теоретических и фактических знаний. Наиболее распространенные виды (формы) организации учебного процесса для достижения определенных результатов обучения и компетенций:

### **Информационная лекция.**

**Проблемная лекция** – в отличие от информационной лекции, на которой сообщаются сведения, предназначенные для запоминания, на проблемной лекции знания вводятся как «неизвестное», которое необходимо «открыть». Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. При этом выдвигаемая проблема требует не однотипного решения, готовой схемы которого нет. Данный тип лекции строится таким образом, что деятельность студента по ее усвоению приближается к поисковой, исследовательской. На подобных лекциях обязателен диалог преподавателя и студентов.

**Лекция-визуализация** – учит студента преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, выделяя при этом наиболее значимые и существенные элементы. На лекции используются схемы, рисунки, чертежи и т.п., к подготовке которых привлекаются обучающиеся. Проведение лекции сводится к связному развернутому комментированию преподавателем подготовленных наглядных пособий. При этом важна логика и ритм подачи учебного материала. Данный тип лекции хорошо использовать на введения студентов в новый раздел, тему, дисциплину.

**Лекция с разбором конкретной ситуации**, изложенной в устно или в виде короткого фильма, видеозаписи и т.п.; студенты совместно анализируют и обсуждают представленный материал.

**2. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА** (СР) – изучение студентами теоретического материала, подготовка к лекциям, лабораторным работам, практическим и семинарским занятиям, оформление конспектов лекций, написание рефератов, отчетов, курсовых работ, проектов, работа в электронной образовательной среде и др. для приобретения *новых теоретических и фактических знаний, теоретических и практических умений.*

**3. КОНСУЛЬТАЦИЯ, тьюторство** (Конс., тьют.) – индивидуальное общение преподавателя со студентом, руководство его деятельностью с целью передачи опыта, углубления *теоретических и фактических знаний*, приобретенных студентом на лекциях, в результате самостоятельной работы, в процессе выполнения курсового проектирования и др.

**4. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ** (Пр. зан.) – решение конкретных задач (математическое моделирование, расчеты и др.) на основании теоретических и фактических знаний, направленное в основном на приобретение *новых фактических знаний и теоретических умений.*

**5. СЕМИНАР, коллоквиум** (Сем., колл.) – систематизация теоретических и фактических знаний в определенном контексте (подготовка и презентация материала по определенной теме, обсуждение ее, формулирование выводов и заключения), направленная в основном на приобретение *новых фактических знаний и теоретических умений.*

### **Типы практических занятий, используемых при изучении дисциплины:**

**Кейс-метод.** Его название происходит от английского слова «кейс» – папка, чемодан, портфель (в то же время «кейс» можно перевести и как «случай, ситуация»). Процесс обучения с использованием кейс-метода представляет собой имитацию реального события, сочетающую в целом адекватное отражение реальной действительности, небольшие материальные и временные затраты и вариативность обучения. Учебный материал подается студентам виде проблем (кейсов), а знания приобретаются в результате активной и творческой работы: самостоятельного осуществления целеполагания, сбора необходимой информации, ее анализа с разных точек зрения, выдвижения гипотезы, выводов, заключения, самоконтроля процесса получения знаний и его результатов.

**Информационный проект** – проект, направленный на стимулирование учебно-познавательной деятельности студента с выраженной эвристической направленностью (поиск, отбор и систематизация информации об объекте, оформление ее для презентации). Итоговым про-

дуктом проекта может быть письменный реферат, электронный реферат с иллюстрациями, слайд-шоу, мини-фильм и т.д.

### **Основные виды образовательных технологий**

**Дистанционные образовательные технологии** – образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Примерами применения дистанционных образовательных технологий являются занятия, на которых обучающийся не присутствует (например, по болезни), но выполняет задания и общается с преподавателем по электронной почте, или преподаватель консультирует обучающихся во внеурочное время через блог или сайт.

Виды дистанционного обучения: лекции (сетевые или видеозапись), виртуальные экскурсии, практические работы (семинары), проектная деятельность, телеконференции со специалистами, форумы, обсуждения, дискуссии, консультации индивидуальные или групповые, тестирование.

Для проведения занятий с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий используются следующие образовательные технологии и средства освоения дисциплины:

- электронная информационно-образовательная среда НИЯУ МИФИ – Режим доступа <https://eis.mephi.ru/>;
- платформа для проведения on-line конференций и вебинаров ZOOM – Режим доступа <https://zoom.us/>;
- файлообменная система Google Диск – Режим доступа <https://drive.google.com/>;
- система обмена текстовыми сообщениями для мобильных и иных платформ с поддержкой голосовой и видеосвязи WhatsApp, Телеграм;
- социальная сеть ВКонтакте;
- электронная почта преподавателей и студентов.

**Кейсовая**-технология основывается на использовании наборов (кейсов) текстовых, аудиовизуальных и мультимедийных учебно-методических материалов и их рассылке для самостоятельного изучения учащимся при организации регулярных консультаций у преподавателей.

Телевизионно-спутниковая технология основана на применении интерактивного телевидения: теле- и радиолекции, видеоконференции, виртуальные практические занятия и т.д.

Сетевые технологии используют телекоммуникационные сети для обеспечения учащихся учебно-методическим материалом и взаимодействия с различной степенью интерактивности между преподавателем и учащимся.

**Информационные технологии** – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам (теоретически к неограниченному объему и скорости доступа), увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки и объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

**Работа в команде** – совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путем творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности.

**Case-study** - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений.

**Игра** – ролевая имитация студентами реальной профессиональной деятельности с выполнением функций специалистов на различных рабочих местах.

**Проблемное обучение** – стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

**Контекстное обучение** – мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением. При этом знания, умения, навыки даются не как предмет для запоминания, а в качестве средства решения профессиональных задач.

**Обучение на основе опыта** – активизация познавательной деятельности студента за счет ассоциации и собственного опыта с предметом изучения.

**Индивидуальное обучение** – выстраивание студентом собственной образовательной траектории на основе формирования индивидуальной образовательной программы с учетом интересов студента.

**Междисциплинарное обучение** – использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи.

**Опережающая самостоятельная работа** – изучение студентами нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий.

## **5 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)**

Фонд оценочных средств, включающий все виды оценочных средств, позволяющих проконтролировать сформированность у обучающихся компетенций и индикаторов их достижения, предусмотренных ОС НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 03.04.02 Физика, ООП и рабочей программой дисциплины «Электрон-позитронная томография», приведен в Приложении.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки знаний студентов ДИТИ НИЯУ МИФИ.

### **Входной контроль**

Входной контроль проводится в форме тестирования

*Примерный вариант теста*

### **Вариант 1**

1. Массовое число  $A$  определяется:
  - а. количеством протонов;
  - б. количеством протонов и нейтронов;
  - в. количеством нейтронов.
2. Заряд атомного ядра  $Z$  определяется:
  - а. количеством электронов;
  - б. количеством нейтронов;
  - в. количеством протонов.
3. Закон Мозли-это связь между:
  - а. массовым числом  $A$  и зарядом  $Z$ ;
  - б. частотой характеристического излучения  $\nu$  и массовым числом  $A$ ;
  - в. частотой характеристического излучения  $\nu$  и зарядом  $Z$ .
4. Кем непосредственно был определен заряд ядра:
  - а. Чедвиком;
  - б. Резерфордом;
  - в. Гейгером.
5. Какой заряд отвечает за интенсивность электромагнитного взаимодействия:
  - а. барионный;
  - б. электрический;
  - в. лептонный.

**Текущий контроль** студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем (ями), ведущими лабораторные работы и практические занятия по дисциплине, в следующих формах: коллоквиум, практические работы, реферат, доклад, тестирование.

**Коллоквиум** является одним из средств текущего контроля, используются как метод оценивания уровня сформированности у обучающихся компетенции в процессе освоения дисциплины.

Коллоквиум рекомендуется использовать для проверки и оценивания знаний, умений и навыков студентов, полученных в ходе занятий по освоению определенной части учебного модуля «Основы радиационной безопасности». Коллоквиум проводится в виде письменного или устного опроса группы студентов из 10-15 человек во время аудиторной самостоятельной работы. В ходе

коллоквиума для каждого студента предусмотрено по 3 вопроса. Максимальное количество баллов, которые может получить студент, участвуя в коллоквиуме, равно 5 баллам.

Во время проведения коллоквиума оценивается способность студента правильно сформулировать ответ, умение выражать свою точку зрения по данному вопросу, ориентироваться в терминологии и применять полученные в ходе лекций и практик знания.

#### *Список возможных вопросов к коллоквиуму*

- История возникновения метода визуализации изображения.
- Эффект ядерно-магнитного резонанса.
- Основы устройства ПЭТ-сканера.
- Наиболее частые неисправности и способы их устранения.
- Общие принципы оценки диагностической информации.
- Понятие артефакта и основные артефакты, препятствующие интерпретации результатов исследования.
- Способы устранения артефактов.
- Санитарно-гигиенические требования к устройству и оборудованию ПЭТ отделения
- Позитронно-эмиссионная томография – суть метода, достоинства и недостатки
- Методы эмиссионной компьютерной томографии
- Сцинтилляционные детекторы и системы регистрации
- Общие требования к детекторам
- Сцинтилляторы
- Фотоэлектронные умножители и электронные устройства в сцинтилляционном методе
- Спектрометрия с кристаллом NaI(Tl)
- Причины гибели облученных клеток
- Радиочувствительность клеток в опухолях человека

#### **Практическое занятие**

Практическая работа – это задание для студента, которое должно быть выполнено по теме, определенной преподавателем. Главная цель проведения практической работы заключается в выработке у студента практических умений, связанных с обобщением и интерпретацией тех или иных научных материалов. Используются как метод оценивания уровня сформированности у обучающихся компетенций в процессе освоения дисциплины.

#### **Практическая работа №1**

#### **Методы регистрации и детекторы ионизирующего излучения, применяемые в радионуклидной диагностике**

*Цель:* ознакомиться с методы регистрации и детекторами ионизирующего излучения, применяемые в радионуклидной диагностике

#### *Вопросы для обсуждения:*

- Газовые ионизационные детекторы
- Сцинтилляционные детекторы и системы регистрации
- Детекторы ионизирующих излучений
- Гамма-спектроскопия
- Аппаратура для создания изображений радиационных полей
- Статистика регистрации ионизирующих излучений
- История развития позитрон-эмиссионной томографией
- Физические принципы метода позитронно-эмиссионной томографии

#### **Реферат**

Рефераты используются как метод оценивания уровня сформированности у обучающихся компетенции в процессе освоения дисциплины.

Подготовка студентом реферата является одним из видов текущего контроля и оценки его знаний, умений и навыков, уровня сформированности компетенций при освоении дисциплины.

Реферат является частью самостоятельной работы студента, но также используется как оценочное средство. В реферате студент излагает в электронном виде результаты теоретического анализа заранее полученной темы, а также собственный взгляд на исследуемый вопрос. Максимальное количество баллов за реферат – 5 баллов.

*Цель:* тематика рефератов должна быть актуальной, соответствовать современному уровню и перспективам развития соответствующих областей науки, а по своему содержанию и направленности отвечать задачам подготовки высококвалифицированных специалистов.

*Задача:* раскрытие темы реферата и определения новизны в указанной области.

*Примерный список тем рефератов:*

Методы радионуклидной терапии

Радионуклиды и РФП для радионуклидной терапии

РФП препараты для сцинтиграфии, ОФЭКТ и радиоиммунного анализа

РФП для позитронной эмиссионной томографии

Аппаратура и методика ОФЭКТ

Обработка и интерпретация результатов ПЭТ

Клиническое применение ПЭТ

Аппаратура для ПЭТ

Сцинтиграфия

Расчет дозы и времени облучения с помощью системы дозиметрического планирования

Относительная биологическая эффективность ионизирующих излучений

Радиочувствительность клеток на разных стадиях клеточного цикла

Дозиметрия на разных этапах разработки и внедрения радиофармпрепаратов

Методы расчета доз при внутреннем облучении

Уравнения производства радионуклидов

Реконструкция изображений в позитронно-эмиссионной томографии

### **Доклады**

Доклады используются как метод оценивания уровня сформированности у обучающихся компетенций ПК-1.1, ПК -1 в процессе освоения дисциплины.

Тематика докладов доводится до сведения обучающихся за 2 недели до презентации, предполагается выполнение в мини-группах (по 2 человека) или индивидуально.

На презентацию доклада отводится 8-10 мин.

*Примерные темы докладов:*

1. Артефакты изображений
2. Безопасность пациентов и персонала
3. Физические основы эмиссионной томографии
4. ПЭТ и ОФЭКТ томографы
5. Достоинства и недостатки методов ПЭТ и ОФЭКТ
6. Этапы исследования позитронно-эмиссионная томографии
7. Диагностика и обработка данных: ПЭТ или ПЭТ/КТ сканер
8. Ядерно-физический аспект производства радионуклидов
9. Циклотронные и реакторные нуклиды
10. Методы получения наиболее востребованных изотопов
11. Радиохимический аспект производства радионуклидов
12. Что такое ОФЭКТ и чем она отличается от ПЭТ

### **Тестирование**

Тесты используются как метод оценивания уровня сформированности у обучающихся компетенций в процессе освоения дисциплины.

Время выполнения 30 мин.

Примеры тестов:

## Промежуточный контроль №1

### Вариант 1

1. Доза радиации при позитронной эмиссионной томографии:

- а) около 7 mSv;
- б) около 8 mSv;
- в) около 9 mSv;
- г) около 6 mSv.

2. Период полураспада используемых радиоактивных веществ при ПЭТ:

- а) очень мал (от 10 мин до 2 часов);
- б) очень мал (от 30 мин до 3 часов);
- в) мал (от 10 мин до 15 мин);
- г) мал (от 15 мин до 2 часов).

3. Развивающийся трехмерный визуализирующий диагностический и исследовательский метод ядерной медицины:

- а) ПЭТ;
- б) КТ;
- в) МРТ;
- г) УЗИ.

4. Метод функциональной визуализации, заключающийся во введении в организм радиоактивных изотопов и получении изображения путём определения испускаемого ими излучения:

- а) Сцинтиграфия;
- б) Ангиография;
- в) Ангиопульмонография;
- г) Миелография.

5. Процесс использования ПЭТ-изображений распределения радиоактивности для последующего кинетического моделирования с целью получения необходимой информации называется:

- а) анализом изображения;
- б) сканированием изображения;
- в) обработка изображения;
- г) все перечисленное.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

**Промежуточный контроль (аттестация)** по дисциплине проводится в форме **зачета** в четвертом семестре, по графику экзаменационной сессии.

Зачет является основной формой контроля и оценивания сформированности у обучающихся компетенций ПК-1.1, ПК-1 по результатам освоения дисциплины, проводится в следующих вариациях:

- в устной форме по вопросам
- в форме тестирования
- в защите выбранной темы реферата или проекта.

Итоговая оценка определяется как сумма оценок, полученных в текущей аттестации и по результатам контрольного испытания. Проверка ответов и объявление результатов производится в день написания контрольного испытания. Результаты аттестации заносятся в экзаменационно-зачетную ведомость и зачетную книжку студента. Студенты, не прошедшие промежуточную аттестацию по графику сессии, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

*Примерный перечень вопросов, выносимых на зачет:*

1. История эмиссионной томографии. Этапы исследования позитронно-эмиссионной томографии.

2. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом.
3. Диагностика и обработка данных: ПЭТ или ПЭТ/КТ сканер.
4. Артефакты сбора данных.
5. Артефакты обработки данных.
6. Методы получения и выделения радионуклидов
7. Характеристики радионуклидной продукции.
8. Ядерно-физический аспект производства радионуклидов.
9. Что такое ОФЭКТ и чем она отличается от ПЭТ
10. Возможности ПЭТ/КТ для диагностики различных заболеваний.
11. Показания к ПЭТ. Противопоказания к ПЭТ.
12. Возможности однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ) для диагностики различных заболеваний.
13. Достоинства и недостатки ОФЭКТ
14. Проведение дозиметрического контроля.

## 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 6.1 – Обеспечение дисциплины основной и дополнительной литературой по дисциплине

№ п/п	Автор	Название	Место издания	Наименование издательства	Год издания	Количество экземпляров
<b>Основная литература</b>						
1	В. Н. Беляев, В. А. Климанов.	Физика ядерной медицины. Ч.2 : Позитронно-эмиссионные сканеры, реконструкция изображений в позитронно-эмиссионной томографии, комбинированные системы ПЭТ/КТ и ОФЭКТ/ПЭТ, кинетика радиофармпрепаратов, радионуклидная терапия, внутренняя дозиметрия, радиационная безопасность.	Москва	НИЯУ МИФИ	2012	5 или режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/75873">https://e.lanbook.com/book/75873</a>
2	В.Н. Беляев, В.А. Климанов	Физика ядерной медицины Часть 1. Физический фундамент ядерной медицины, устройство и основные характеристики гамма-камеры и позитронно-эмиссионных сканеров, однофотонная эмиссионная томография, реконструкция распределений активности радионуклидов в организме человека, получение радионуклидов.	Москва	НИЯУ МИФИ	2012	5
3	И. Н. Бекман	Радиационная и ядерная медицина: физические и химические аспекты	Москва	ОНТОПРИНТ	2012	режим доступа: <a href="http://profbeckman.narod.ru/rjam14_2.pdf">http://profbeckman.narod.ru/rjam14_2.pdf</a>

4	М.Я. Марусина А.О.Казначеева	Современные виды томографии	Санкт-Петербург	СПбГУ ИТМО	2006	режим доступа: <a href="https://kpfu.ru/portal/docs/F1583967220/M.Ya..Marusina_A.O..Kaznacheeva.SOVREMENNYE.VIDY.TOMOGRAFII._Sankt_Peterburg.2006_.pdf">https://kpfu.ru/portal/docs/F1583967220/M.Ya..Marusina_A.O..Kaznacheeva.SOVREMENNYE.VIDY.TOMOGRAFII._Sankt_Peterburg.2006_.pdf</a>
5	-	Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при подготовке и проведении позитронной эмиссионной томографии Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1	Москва	-	2015	<a href="https://base.garant.ru/71170646/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/">https://base.garant.ru/71170646/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/</a>
<b>Дополнительная литература</b>						
1	Смолярчук М.Я., Агафонова О.А., Морозов С.П.	Рекомендации по проведению и описанию исследований ПЭТ/КТ с <sup>18</sup> F-фтордезоксиглюкозой, проводимых за счет средств МГФОМС в рамках территориальной программы города Москвы	Москва	-	2017	режим доступа: <a href="https://tele-med.ai/media/documents/provedeniye_i_opisaniye_issledovaniy_pet_kt.pdf">https://tele-med.ai/media/documents/provedeniye_i_opisaniye_issledovaniy_pet_kt.pdf</a>
2	под ред. С.С. Алексанина, А.Н. Гребенюка	Радиационная медицина : учеб. пособие Ч. I : Основы биологического действия радиации	СПб	Политехника-сервис	2013	режим доступа: <a href="https://nrterm.ru/files/book/radiamed_1.pdf">https://nrterm.ru/files/book/radiamed_1.pdf</a>
3	И. Н. Бажукова, С.И. Бажуков, А.А. Баранова	Технологии ядерной медицины : учеб. пособие	Екатеринбург	Изд-во Урал. ун-та	2022	<a href="https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/109680/1/978-5-7996-3426-1_2022.pdf">https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/109680/1/978-5-7996-3426-1_2022.pdf</a>
4	Климанов, В. А.	Ядерная медицина. Радионуклидная диагностика	Москва	Юрайт	2018	<a href="https://mx3.urait.ru/uploads/pdf_review/CD2A0AEA-9D3D-4926-8B57-437783B6A7C3.pdf">https://mx3.urait.ru/uploads/pdf_review/CD2A0AEA-9D3D-4926-8B57-437783B6A7C3.pdf</a>

## 6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

*Перечень рекомендуемых Интернет сайтов:*

Позитронно-эмиссионная томография в неврологии и нейрохирургии – <https://laesus-de-liro.livejournal.com/243494.html>

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>

Таблица 6.2 – Рекомендуемые электронно-библиотечные системы

№	Наименование ресурса	Тематика
1	Научная электронная библиотека <a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a>	томография, ПЭТ сканер, коллиматор, диагностика лучевая
2	Электронная библиотечная система издательства Лань, <a href="http://www.e.lanbook.com">www.e.lanbook.com</a> .	
3	Фонд электронно-библиотечной системы образовательных и просветительских изданий Iqlib, <a href="http://www.Iqlib.ru">www.Iqlib.ru</a>	

4	Образовательная платформа «Юрайт», <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>	
5	Электронное периодическое издание «KnigaFund.Ru», <a href="http://www.knigafund.ru/books/149292/read">http://www.knigafund.ru/books/149292/read</a>	
6	Электронная библиотека История Росатома <a href="http://elib.biblioatom.ru/">http://elib.biblioatom.ru/</a>	
7	Атомотека <a href="https://myatom.ru/">https://myatom.ru/</a>	
8	Znanium.com <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a>	
9	Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>	
10	Национальная электронная библиотека <a href="http://rusneb.ru/">http://rusneb.ru/</a>	
11	Russian Science Citation Index (RSCI) <a href="http://clarivate.ru">clarivate.ru</a>	

### 6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 6.3 – Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

№	Наименование	Краткое описание
1	Windows 10 Pro	Операционная система
2	MS Office (Word, Excel, Power Point)	Пакет офисных приложений: оформление текста, расчет, создание презентаций
3	Браузеры: Internet Explorer 10, Internet Explorer 9, Internet Explorer 8, FireFox 10, Safari 5, Google Chrome 17	Специальные программы для просмотра веб-страниц, поиска контента, файлов и их каталогов в Интернете
4	<a href="https://docs.google.com/">https://docs.google.com/</a> Документы, Таблицы, Формы, Презентации	оформление текста, расчет, создание презентаций
5	ONLYOFFICE Desktop Editors	Свободный Офисный Пакет: оформление текста, расчет, создание презентаций
6	JPDF Viewer, Foxit Reader	просмотрщик PDF-файлов
7	Антиплагиат.ВУЗ	Интернет-сервис для вузов, предназначенный для оценки степени самостоятельности письменных работ обучающихся

Таблица 6.4 – Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование	Тематика	Электронный адрес
1	Гарант	правовая	<a href="https://www.garant.ru/">https://www.garant.ru/</a>
2	Консультант	правовая	<a href="https://www.consultant.ru/">https://www.consultant.ru/</a>

## 7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	Учебная аудитория для проведения учебных занятий № 216. посадочных мест — 5/18; площадь 52,1 кв.м. Специализированная мебель. учебная доска – 1 шт., стол студенческий – 14 шт., стол преподавательский – 2 шт., стол компьютерный – 1 шт., стулья – 32 шт., шкаф книжный – 3 шт., наглядные пособия. Технические средства обучения: компьютер (монитор, систем-	433507, Ульяновская область, г. Димитровград, ул. Куйбышева, 294

ный блок, клавиатура, мышка), экран, проектор, баня комбинированная водяная, весы лабораторные, влагомер ADS 100, дидактическая модель сердца, комплект ареометров для измерения плотностей жидкости, комплект для измерения жидких образцов, комплект для приготовления образцов в виде таблеток, микроскоп, модель гипертензии, модель головы и шеи, модель легкого с гортанью, модель мозга с артериями в основании головы, модель печени с желчным пузырем, поджелудоч. железой и двенадцатиперстной кишкой, модель пищеварительной системы, модель скелета "Sam" класса "люкс", подвешиваемая на 5-рожковой роликовой стойке, модель срединного сечения головы, стерилизатор (ГП-40-3), фурье-спектрометр инфракрасный ФСМ 1201, центрифуга (ОЛЦ-3п), электронный флуориметр (Анализатор Флюорат -02-АБЛФ-Т с наливной кюветой) Программное обеспечение: ОС Windows 07	
--	--

## **8 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Конституцией Российской Федерации. Принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020 – ст. 43 – [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_28399/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399/) ;
- Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 №273-ФЗ (ред. от 17.02.2021), ст. 5, 71, 79 – [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/) ;
- Федеральным законом от 24.11.1995 №181-ФЗ (ред. от 07.03.2017) «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации» – Глава III. Ст. 9. ,Ст. 11. Глава IV. Ст. 1 – [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_8559/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8559/) ;
- Федеральным законом «О ратификации Конвенции о правах инвалидов» от 03.05.2012 №46-ФЗ – [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_129200/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_129200/) ;
- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);
- Положением об организации обучения студентов-инвалидов и студентов с ограниченными возможностями здоровья в НИЯУ МИФИ, утвержденным 29.08.2017 г. [https://mephi.ru/content/public/uploads/files/education/docs/pl\\_7.5-15\\_ver\\_2.2\\_0.pdf](https://mephi.ru/content/public/uploads/files/education/docs/pl_7.5-15_ver_2.2_0.pdf) ;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (приложение к письму Минобрнауки от 16 апреля 2014 г. №05-785) [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_159405/73804ce294dfe53d86ae9d22b5afde310dc506f7/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_159405/73804ce294dfe53d86ae9d22b5afde310dc506f7/) ;
- Требованиями к организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в профессиональных образовательных организациях, в том числе оснащённости образовательного процесса» (приложение к письму Минобрнауки от 18 марта 2014 г. №06-281) [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_57872/7d7f56523837be788b6cfa5578482a6b178918d3/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_57872/7d7f56523837be788b6cfa5578482a6b178918d3/) .

