

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 образова-  
ния «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ДИТИ НИЯУ МИФИ)**

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
Заместитель руководителя

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Расчет полей ионизирующего излучения в лучевой терапии»**

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 промежуточ- ного контроля (экс./зачет/кр)
4	108(3)	22	22	-	28	экзамен (36)
<b>Итого</b>	108(3)	22	22	-	28	экзамен (36)

Димитровград  
2022 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	3
3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
4 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	7
5 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ) .....	10
6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ...	13
7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	16
8 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	16

## 1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** ознакомление с современными профессиональными знаниями в области медицинской физики, лежащими в основе решения задач расчета полей ионизирующих излучений, и умения использовать различные методы для решения задач профессиональной деятельности

**Задачи освоения дисциплины:**

формирование понимания физико-химических процессов возникающих в объектах окружающей среды при воздействии ионизирующего излучения;

формирование оценки опасности и основ нормирования радиационного облучения;

изучение способов и средств радиационного контроля и защиты от радиационного облучения;

изучение дозиметрических методов, применяемых в лучевой терапии и ядерной медицине.

## 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: проектный				
Способность применения результатов научных исследований в проектной и инновационной деятельности, анализ исходных данных, разработка новых методов инженерно-технологической деятельности, подготовка и оформление проектной документации	объекты использования источников неионизирующих и ионизирующих излучений	ПК-2 Способен принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности	З-ПК-2 знать современные направления исследований в своей профессиональной области У-ПК-2 уметь анализировать и выявлять перспективные направления в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности В-ПК-2 владеть современными методиками и подходами в решении научно-инновационных и инженерно-технологических задач в профессиональной сфере	Профессиональный стандарт «24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий» В.7. Выработка направлений прикладных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по совершенствованию ядерно-энергетических технологий и руководство деятельностью подчиненного персонала по их выполнению
		ПК-3 Способен разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов и схем производства устройств, приборов, систем и	З-ПК-3 знать основы проектирования технологических процессов производства устройств, приборов, систем и комплексов по профилю профессиональной деятельности У-ПК-3 уметь проводить	

		комплексов.	анализ современных технологических процессов и схем производства, перспективных материалов для производства устройств, приборов, систем и комплексов по профилю профессиональной деятельности В-ПК-3 владеть навыками составления технического задания на проектирование технологических процессов и схем производства устройств, приборов, систем и комплексов по профилю профессиональной деятельности	
--	--	-------------	---	--

В результате изучения дисциплины студент должен:

*Знать:*

- физические основы дозиметрии и систему дозиметрических единиц;
- теоретические основы и методы обеспечения радиационной безопасности человека и окружающей среды при диагностике и лечении пациентов
- теоретические основы методов регистрации ионизирующих излучений различного типа
- нормативные требования к организации работы с ионизирующим излучением и радиоактивными веществами;
- характер радиационного воздействия на окружающую среду;
- основные источники радиационного воздействия на окружающую среду;
- средства и методы защиты от ионизирующих излучений;
- нормативно-правовую базу в области обеспечения радиационной безопасности;
- методы контроля радиационной безопасности в медицине;
- основы защиты от ионизирующих излучений.

*Уметь:*

- применять физические законы для решения научно-исследовательских задач по профилю подготовки
- использовать нормативные документы в области радиационной безопасности;
- обращаться с дозиметрическими приборами, радиометрическим и спектрометрическим оборудованием;
- выполнять спектрометрические измерения на детекторах различного типа
- прогнозировать последствия облучения.

*Владеть:*

- навыками использования знаний физики при решении практических задач профессиональной деятельности
- навыками эксплуатации современных приборов и оборудования в области профессиональной деятельности;
- приёмами обеспечения радиационной безопасности при обращении радиоактивными веществами, материалами и РАО;
- навыками обработки и анализа результатов измерений, в том числе с использованием современного программного обеспечения.

### 3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Расчет полей ионизирующего излучения в лучевой терапии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений профессионального модуля дисциплины (модули) по выбору учебного плана по направлению подготовки 03.04.02 Физика.

### 3.1 Объем дисциплины

Общая трудоемкость (объем) «*Расчет полей ионизирующего излучения в лучевой терапии*» составляет 3 зачетных единиц (ЗЕТ), 108 академических часов.

Таблица 3.1 – Объём 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</b> в том числе:	<b>28</b>	<b>28</b>
– проработка конспекта лекции	8	8
– подготовка к практическому занятию и ее последующая доработка	8	8
– составления глоссария	4	4
– реферат	8	8
<b>Вид промежуточной аттестации – экзамен</b>	36	36
<b>Итого по дисциплине</b>	108	108
<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							Всего часов	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		
1	Дозиметрия в лучевой терапии	10	10	0	0	0	14	0	34	З-ПК-3 У-ПК-3
2	Дозиметрия в ядерной медицине	12	12	0	0	0	14	0	38	В-ПК-3 З-ПК-2
4	Подготовка к экзамену	0	0	0	0	0	0	0	36	У-ПК-2
	<b>ИТОГО:</b>	22	22	0	0	0	28	0	108	В-ПК-2

### 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 (ИОТ)
1	1	Научные принципы нормирования радиационных воздействий. Радиационно-гигиенические аспекты медицинского использования источников ионизирующего излучения	2	-
2		Дозиметрия внешнего и внутреннего облучения	2	
3		Дозиметрия на разных этапах разработки и внедрения радиофармпрепаратов	2	-
4		Современные расчетные методы дозиметрии в ядерной	4	-

		медицине		
5	2	Разработка протоколов для измерения поглощенной дозы в РФ	2	-
6		Абсолютные измерения поглощенной дозы при дистанционной лучевой терапии	2	
7		Относительные измерения поглощенной дозы	2	-
8		Измерения в малых полях	2	
9		Нормы радиационной безопасности и санитарные правила	2	
10		Защиты от воздействия полей ИИ	2	
Итого:			22	-

Таблица 3.4 – Практические занятия

№ занятия	Номер раздела	Наименование практического занятия	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе в форме практической подготовки
1	1	Дозиметрия ионизирующих излучений	4	
2	1	Методы дозиметрии излучений	2	-
3	1	Методы расчета доз при внутреннем облучении	4	
4	2	Основные дозиметрические величины и их применение для расчета дозы в дистанционной фотонной терапии	2	-
5	2	Изодозовые распределения	2	
6	2	Оценка и учет эффективных доз у пациентов при проведении радионуклидных диагностических исследований	4	-
7	2	Трехмерное дозиметрическое планирование дистанционной гамма-терапии	2	
8	2	Контроль эффективных доз облучения пациентов при проведении медицинских рентгенологических исследований	2	
Итого:			22	

Таблица 3.5 – Лабораторные работы

учебным планом не предусмотрены.

Таблица 3.6 – Самостоятельная работа студента

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид самостоятельной работы студента	Трудоемкость, часов
1	1.1	Проработка конспекта лекции	4
	1.2	Подготовка к практическому занятию и его последующая доработка	4
	1.3	Составление глоссария	2
	1.4	Подготовка реферата	4
всего по 1 разделу			14
2	2.1	Проработка конспекта лекции	4
	2.2	Подготовка к практическому занятию и его последующая доработка	4
	2.3	Составление глоссария	2
	2.4	Подготовка реферата	4
всего по 2 разделу			14
<b>ИТОГО:</b>			<b>28</b>
Подготовка к экзамену			36

## 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 введении студентов в новый раздел, тему, дисциплину.

**Лекция с разбором конкретной ситуации**, изложенной в устно или в виде короткого диафильма, 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.

## **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 И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)

Фонд оценочных средств, включающий все виды оценочных средств, позволяющих контролировать сформированность у обучающихся компетенций и индикаторов их достижения, предусмотренных ОС НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 03.04.02 Физика, ООП и рабочей программой дисциплины «Расчет полей ионизирующего излучения в лучевой терапии», приведен в Приложении.

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

**Входной контроль** не предусмотрен.

**Текущий контроль** студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем (ями), ведущими лабораторные работы и практические занятия по дисциплине, в следующих формах (указать используемые формы контроля и привести пример типового задания).

### 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:*

Вопросы радиационной безопасности медицинского персонала при применении методов дистанционной лучевой терапии.

Вопросы радиационной безопасности медицинского персонала при проведении внутривенной и внутритканевой терапии.

Гигиена труда при работе с открытыми, закрытыми, источниками ионизирующих излучений и устройствами, генерирующими ионизирующее излучение.

Гигиеническая регламентация облучения человека

Генетические последствия воздействия ионизирующих излучений.

Обеспечение мер радиационной безопасности при работе на рентгеновской технике.

Принципы подхода к нормированию уровней облучения

Радиационная безопасность обслуживающего персонала

Биологическое действие и влияние ионизирующих излучений на здоровье человека.

Характеристика радионуклидов на примере плутония ( $^{239}\text{Pu}$ ) и урана ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ): физические и химические свойства, биологическое воздействие, поведение в окружающей среде.

Радиационная безопасность предприятий ядерной индустрии.

Характеристика радионуклидов - изотопов макроэлементов на примере калия ( $^{40}\text{K}$ ): физические и химические свойства, биологическое воздействие, поведение в окружающей среде.

### 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 Дозиметрия ионизирующих излучений

*Цель работы:* ознакомление с источниками и характеристиками ионизирующего излучения и физической и биологической дозой

*Вопросы для обсуждения:*

Характеристики источников ионизирующего излучения

Характеристики поля излучения

Характеристики взаимодействия ионизирующего излучения с веществом.

Передача энергии и поглощение энергии ионизирующего излучения веществом

Дозовые характеристики излучения

Фотонное излучение источников со сложным спектральным составом и источников с материнскими и дочерними радионуклидами

Особенности взаимодействия ионизирующих излучений с веществом

*Задача.*

Точечный источник  $\alpha$ -частиц с кинетической энергией  $T = 5,0$  МэВ расположен в центре сферической ионизационной камеры радиусом  $R = 100$  мм. Определить давление воздуха в камере, при котором ток насыщения не будет зависеть от давления?

На рисунке показана зависимость ионизационных потерь  $\alpha$ -частиц, испускаемых различными источниками, в воздухе от давления. Из рисунка видно, что имеется область, в которой потери пропорциональны давлению. Тогда в этой области пробег  $\alpha$ -частицы обратно пропорционален давлению.

Если пробег совпадает с радиусом сферы, то увеличение давления не приведет к возрастанию ионизационного тока, т.к. весь пробег будет укладываться в камере. Запишем связь между давлением  $p$  и пробегом  $R$  в виде  $R = p/a$ , где  $a$  – некоторый коэффициент.

При нормальных условиях эта формула имеет вид  $R_0 = a/p_0$

Исключая из этих формул коэффициент  $a$ , получим

$$p = \frac{R_0 p_0}{R}$$

Используя эмпирическую формулу зависимости пробега  $\alpha$ - частицы  $R_0$  от ее энергии  $T$  при нормальных условиях

$$R_\alpha = 0,31 T_\alpha^{3/2}, \text{ см,}$$

$$4 \text{ МэВ} < T_\alpha < 7 \text{ МэВ,}$$

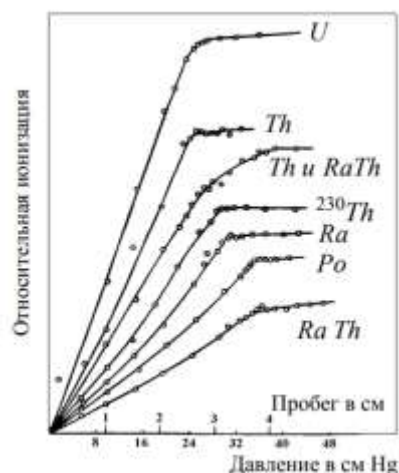
где  $R_\alpha(4T)$  – средний пробег в воздухе  $\alpha$ -частицы с кинетической энергией  $4T$ . окончательно имеем

$$p = \frac{0,31 \cdot T^{3/2}}{R} p_0.$$

Подставив числовые данные, получим  $p \geq 0,35$  атм.

### Промежуточный контроль

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



## Экзамен

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена во втором семестре. Экзамен проводится по графику экзаменационной сессии. Экзамен является основной формой контроля и оценивания сформированности у обучающихся компетенций по результатам освоения дисциплины.

Экзамен проводится в следующих вариациях: в устной форме по билетам или защите выбранной темы реферата .

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

### *Примерный перечень вопросов, выносимых на экзамен:*

- Биологическое действие ионизирующих излучений
- Радиационная терапия
- Разработка протоколов для измерения поглощенной дозы в РФ
- Закон радиоактивного распада. Его основные положения. Период полураспада.
- Какова природа и свойства нейтронов и характер их взаимодействия с веществом?
- Какова природа и свойства  $\beta$ -излучения, его ионизирующая и проникающая способности?
- Какова природа и свойства рентгеновского и  $\gamma$ -излучения, их ионизирующая и проникающая способности?
- Каково соотношение между поглощенной и экспозиционной дозами?
- Материалы с какими химическими элементами используют для защиты от быстрых и медленных нейтронов?
- Определите понятие дозы применительно к ионизирующему излучению.

### *Пример билета*

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

### **Физико-технический факультет Кафедра общей и медицинской физики**

Специальность (направление)  
**03.04.02 «Физика»**  
профиль «Медицинская физика»  
Семестр 4

Дисциплина  
**«Расчет полей ионизирующего излучения  
в лучевой терапии»**  
Форма обучения **очная**

### **Экзаменационный билет № 1**

1. Биологическое действие ионизирующих излучений
2. Радиационная терапия
3. Разработка протоколов для измерения поглощенной дозы в РФ

Составил: \_\_\_\_\_  
(подпись) (ФИО)

Зав. кафедрой

Утверждаю:

\_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (ФИО)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

Фонд оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, приведен в Приложении. Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки знаний студентов ДИТИ НИЯУ МИФИ.

## 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	Кол-во экземпляров
<b>Основная литература</b>						
1	-	Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009 Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523-09	Москва	Федер. центр гигиены и эпидемиол. Роспотребнадзора	2009	Режим доступа: <a href="http://ivo.garant.ru/#/document/4188851/paragraph/12/doclist/3273/showentries/0/highlight/%D0%BD%D1%80%D0%B1:1">http://ivo.garant.ru/#/document/4188851/paragraph/12/doclist/3273/showentries/0/highlight/%D0%BD%D1%80%D0%B1:1</a>
2	-	Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010) : СанПиН 2.6.1.2612-10.	Москва	Федер. центр гигиены и эпидемиол. Роспотребнадзора	2010	<a href="https://sro1expert.ru/userfiles/ufiles/sp-2-6-1-2612-10.pdf">https://sro1expert.ru/userfiles/ufiles/sp-2-6-1-2612-10.pdf</a>
3	Климанов В.А.	Радиобиологическое и дозиметрическое планирование лучевой и радионуклидной терапии. Часть 1. Радиобиологические основы лучевой терапии. Радиобиологическое и дозиметрическое планирование дистанционной лучевой терапии пучками тормозного и гамма-излучения и электронами. Учебное пособие.	Москва	НИЯУ МИФИ	2011	Режим доступа: <a href="https://studfile.net/preview/413239/">https://studfile.net/preview/413239/</a>
4	Бекман И.Н.	Радиационная и ядерная медицина: физические и химические аспекты. Радиохимия. Том 7.: Учебное пособие	Щёлково	Издатель Мархотин П.Ю.	2012	Режим доступа: <a href="http://profbeckman.narod.ru/rjam14_2.pdf">http://profbeckman.narod.ru/rjam14_2.pdf</a>

5	-	Оценка и учет эффективных доз у пациентов при проведении радионуклидных диагностических исследований. Методические указания МУ 2.6.1.3151-13	Москва	Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора	2014	Режим доступа: <a href="https://ohranatruda.ru/upload/iblock/97b/4293766471.pdf">https://ohranatruda.ru/upload/iblock/97b/4293766471.pdf</a>
6	-	Контроль эффективных доз облучения пациентов при проведении медицинских рентгенологических исследований. МУ 2.6.1.2944-11	Москва	Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора	2011	Режим доступа: <a href="https://ohranatruda.ru/upload/iblock/64d/4293793383.pdf">https://ohranatruda.ru/upload/iblock/64d/4293793383.pdf</a>
<b>Дополнительная литература</b>						
1	под ред. С.С. Алексанина, А.Н. Гребенюка	Радиационная медицина: учебное пособие Ч. 3: Основы обеспечения радиационной безопасности	СПб.	Политехника-сервис.	2013	Режим доступа: <a href="https://nrcerm.ru/files/book/radiacmed_3.pdf">https://nrcerm.ru/files/book/radiacmed_3.pdf</a>
2	Микшевич Н. В. Ковальчук Л. А.	Радиационная безопасность: учеб. пособие по курсу «Основы радиационной безопасности»	Екатеринбург	ФГБОУ ВО «Урал. гос. пед. ун-т».	2016	Режим доступа: <a href="http://elar.uspu.ru/bitstream/uspu/5920/1/uch00149.pdf">http://elar.uspu.ru/bitstream/uspu/5920/1/uch00149.pdf</a>
5	Шилова Л.А.	Проблемы обеспечения радиационной безопасности термоядерных реакторов	Москва	НИУ МГСУ	2015	Режим доступа: <a href="http://bookash.pro/ru/book/191018/problems-obespecheniya-radiatsionnoi-bezopasnosti-termoyadernyh-reaktorov-l-a-shilova">http://bookash.pro/ru/book/191018/problems-obespecheniya-radiatsionnoi-bezopasnosti-termoyadernyh-reaktorov-l-a-shilova</a>
6	Ластовкин В. Ф.	Основы радиационной безопасности : учебное пособие	Н. Новгород	Нижегор. гос. архитектур.- строит. ун-т	2017	Режим доступа: <a href="https://bibl.ngasu.ru/electronicresources/uch-metod/fire_safety/866789.pdf">https://bibl.ngasu.ru/electronicresources/uch-metod/fire_safety/866789.pdf</a>
7	Романцов В.П., Романцова И.В., Ткаченко В.В.	Сборник задач по дозиметрии и защите от ионизирующих излучений. Учебное пособие	Обнинск	ИАТЭ НИЯУ МИФИ	2012	Режим доступа: <a href="https://studfile.net/preview/16380386/">https://studfile.net/preview/16380386/</a>
8	Т.М. Чмерева, Т.В. Климова	Задачи по радиационной физике : учебное пособие	Оренбург	Оренбургский гос. ун-т	2017	Режим доступа: <a href="http://elib.osu.ru/bitstream/123456789/13807/1/36898_20170531.pdf">http://elib.osu.ru/bitstream/123456789/13807/1/36898_20170531.pdf</a>
9	Лыкова Е. Н., Уразова К. А.	Введение в планирование лучевой терапии пучками тормозных фотонов: Учеб. пособие	Москва	ООП физического факультета МГУ	2019	Режим доступ <a href="http://nuclphys.sinp.msu.ru/mpf/Dosimetr_Planir.pdf">http://nuclphys.sinp.msu.ru/mpf/Dosimetr_Planir.pdf</a>

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

Перечень рекомендуемых Интернет сайтов:

Единая государственная автоматизированная система мониторинга радиационной обстановки на территории Российской Федерации <http://egasmro.ru/ru/>  
 Журнал «Радиационная гигиена» <https://www.radhyg.ru/jour>  
 Журнал «Ядерная и радиационная безопасность» <https://nrs-journal.ru/sections/articles/>  
 Международное агентство по атомной энергии <https://www.iaea.org/ru>  
 Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности <https://www.secnrs.ru/>  
 О радиационной безопасности населения при медицинском облучении [https://www.rospotrebnadzor.ru/about/info/news/news\\_details.php?ELEMENT\\_ID=16434](https://www.rospotrebnadzor.ru/about/info/news/news_details.php?ELEMENT_ID=16434)  
 Онлайн-мониторинг <https://radon.ru/online-map/>  
 Официальный сайт Росатом <https://rosatom.ru/>  
 Радиационная обстановка на предприятиях Росатома <https://www.russianatom.ru/>  
 ФГУП «НО РАО» <https://www.norao.ru/>  
 Федеральное Государственное Унитарное Предприятие «Производственное Объединение «МАЯК» <https://www.po-mayak.ru/>  
 Федеральные законы <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/federalnye-zakony>  
 Федеральный информационно-аналитический центр Росгидромета Оперативная информация о радиационной обстановке на территории Российской Федерации <http://www.feerc.ru/RadiationMonitoring/>  
 Центр радиационной безопасности <https://xn-----7kcabfsfgugbfi7cgagkcfcuhb7bcey6gk.xn--plai/>  
 Ядерная и радиационная безопасность <https://www.gosnadzor.ru/nuclear/>  
 Ядерная и радиационная безопасность. <https://www.rosatom.ru/production/safety/>  
 Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий <https://www.mchs.gov.ru/>

Таблица 6.2 – Рекомендуемые электронно-библиотечные системы

№	Наименование ресурса	Тематика
1	Научная электронная библиотека <a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a>	Радиационная безопасность, радиозэкология, радиационной контроль, дозиметрия, радиобиология, ядерно-топливный цикл, радиоактивные отходы, МАГАТЭ, нормы радиационной безопасности
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	Специальные программы для просмотра веб-

	9, Internet Explorer 8, FireFox 10, Safari 5, Google Chrome 17	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>
3	Консорциум «Кодекс»	электронный фонд правовых и нормативно-технических документов	<a href="https://docs.cntd.ru/">https://docs.cntd.ru/</a>
4	Бесплатная база данных ГОСТ	электронный фонд правовых и нормативно-технических документов	<a href="https://docplan.ru/">https://docplan.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 занятий № 10 посадочных мест — 20; площадь 53,47 кв.м. Специализированная мебель: учебная доска – 1 шт., стол студенческий – 14 шт., стол преподавательский – 2 шт., стол компьютерный – 4 шт., стулья – 32 шт., шкаф для одежды двухстворчатый – 1 шт., шкаф книжный – 1 шт., наглядные пособия – 6 шт. Технические средства обучения: цифровой микроскоп Intel play QX3– 1 шт., компьютеры (монитор, системный блок, клавиатура, мышка) – 4 шт., проектор – 1 шт., экран – 1 шт., компьютерная техника: (колонки) -1пара. Программное обеспечение: ОС Windows 10, Microsoft Office 10., дозиметр-радиометр МКС-01СА1М - 1 шт., зонд ручной для газоанализатора «СОЛЯРИС» универсальный – 1 шт., индикатор радиоактивности РАДЕКС РД 1503 – 1 шт., Шумомер ВШВ-М3-003-М3 – 1 шт.	433510, Ульяновская область, г. Димитровград, ул. Куйбышева, 294

## 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/) .

**Дополнения и изменения в рабочей программе  
дисциплины на 20\_\_/20\_\_ уч.г.**

Внесенные изменения на 20\_\_/20\_\_ учебный год

В рабочую программу вносятся следующие изменения или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры

\_\_\_\_\_ (дата, \_\_\_\_\_ номер протокола заседания кафедры, \_\_\_\_\_ подпись зав. кафедрой)

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий выпускающей кафедрой

\_\_\_\_\_ наименование кафедры \_\_\_\_\_ личная подпись \_\_\_\_\_ расшифровка подписи \_\_\_\_\_ дата

Руководитель ООП,

\_\_\_\_\_ ученая степень, должность \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ личная подпись \_\_\_\_\_ расшифровка подписи \_\_\_\_\_ дата