

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ

Одобрено на заседании
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 24.04.2023 № 23.4

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

МЕДИЦИНСКИЕ УСТАНОВКИ И ДЕТЕКТОРЫ ИЗЛУЧЕНИЙ

для направления подготовки

03.03.02 Физика

образовательная программа

«Ядерно-физические технологии в медицине»

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины:

получение знаний о методах регистрации, детекторах ионизирующего излучения и медицинских установках в ядерной медицине.

Формируемые дисциплиной знания и умения готовят выпускника данной образовательной программы к выполнению следующих обобщенных трудовых функций:

- способность использовать профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин (ТФ А.6 Проф. стандарт «40.008. Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11.02.2014 №86н);
- способность принимать участие в составе коллектива в создании и использовании физической аппаратуры и технологий, основанных на новейших достижениях физики, техники и электроники (ТФ С.6 Проф. стандарт «40.011. Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 №121н);
- способность анализировать исходные данные проектирования, участвовать в разработке, подготовке и оформлении проектной документации с учетом норм радиационной и экологической безопасности (ТФ А/03.5 Проф. стандарт «40.011. Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 №121н);
- способность осуществлять физико-техническое обеспечение диагностики и лечения пациентов при помощи ионизирующего и неионизирующего излучения (ТФ А.5 Проф. стандарт «40.011. Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 №121н);
- способность оптимизировать дозовые нагрузки на пациентов и медицинских работников (ТФ А.5 Проф. стандарт «40.011. Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 №121н).

Задачи изучения дисциплины:

- обучение принципам работы медицинских установок и детекторов излучений;
- овладение знаниями о методах регистрации и детекторах ионизирующего излучения в ядерной медицине: газовых ионизационных детекторах, сцинтилляционных детекторах и системах регистрации, полупроводниковых детекторах, статистике регистрации ионизирующих излучений;
- овладение знаниями о медицинских установках в ядерной медицине: гамма-камерах, однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ), производстве радионуклидов, позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ), дозиметрии в ядерной медицине;
- овладение навыком использовать профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин;
- овладение навыком принимать участие в составе коллектива в создании и использовании физической аппаратуры и технологий, основанных на новейших достижениях физики, техники и электроники;
- овладение навыком анализировать исходные данные проектирования, участвовать в разработке, подготовке и оформлении проектной документации с учетом норм радиационной и экологической безопасности;
- овладение навыком осуществлять физико-техническое обеспечение диагностики и лечения пациентов при помощи ионизирующего и неионизирующего излучения;

- овладение навыком оптимизировать дозовые нагрузки на пациентов и медицинских работников.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) БАКАЛАВРИАТА

Дисциплина реализуется в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений, и относится к общепрофессиональному модулю.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

- Анатомия и физиология человека
- Введение в специальность
- Дифференциальные и интегральные уравнения
- Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений
- Иностранный язык
- Математический анализ
- Обработка экспериментальных данных в медицине
- Программирование и моделирование
- Радиобиология
- Расчет полей ионизирующего излучения в лучевой терапии
- Уравнения математической физики
- Ядерная физика

Дисциплина изучается на IV курсе в VIII семестре.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-1	Способен использовать профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	З-ПК-1 – Знать: основные физические явления, фундаментальные понятия, законы и теории физики, основные методы теоретического и экспериментального исследования, методы измерения различных физических величин. У-ПК-1 – Уметь: разбираться в физических принципах, используемых в изучаемых специальных дисциплинах, решать физические задачи применительно к изучаемым специальным дисциплинам и прикладным проблемам будущей специальности. В-ПК-1 – Владеть: методами проведения физических измерений с оценкой погрешностей, а также методами физического описания типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов.
ПК-6	Способен принимать участие	З-ПК-6 – Знать: основные организационные

	в составе коллектива в создании и использовании физической аппаратуры и технологий, основанных на новейших достижениях физики, техники и электроники	принципы коллективной научной деятельности и современную физическую аппаратуру и технологии. У-ПК-6 – Уметь: использовать личностные качества и знания в рамках выполнения работы по коллективным проектам. В-ПК-6 – Владеть: навыками создания и использования современной физической аппаратуры и технологий, владеть приемами планирования и организации работы в рамках научных групп, способен эффективно выполнять отведенную роль в научных исследованиях.
ПК-7	Способен анализировать исходные данные проектирования, участвовать в разработке, подготовке и оформлении проектной документации с учетом норм радиационной и экологической безопасности	3-ПК-7 – Знать: нормы радиационной и экологической безопасности, а также правила разработки, подготовки и оформления проектной документации с учетом норм радиационной и экологической безопасности. У-ПК-7 – Уметь: анализировать и критически оценивать любую поступающую информацию, выделять и систематизировать данные. В-ПК-7 – Владеть: навыками сбора, обработки, анализ и систематизации, а также оформления проектной документации с учетом норм радиационной и экологической безопасности.
ПК-7.1	Способен осуществлять физико-техническое обеспечение диагностики и лечения пациентов при помощи ионизирующего и неионизирующего излучения	3-ПК-7.1 – Знать: особенности физико-технического обеспечения диагностики и лечения пациентов при помощи ионизирующего и неионизирующего излучения. У-ПК-7.1 – Уметь: осуществлять физико-техническое обеспечение диагностики и лечения пациентов при помощи ионизирующего и неионизирующего излучения. В-ПК-7.1 – Владеть: методами физико-технического обеспечения диагностики и лечения пациентов при помощи ионизирующего и неионизирующего излучения.
ПК-7.2	Способен оптимизировать дозовые нагрузки на пациентов и медицинских работников	3-ПК-7.2 – Знать: методы оптимизации дозовой нагрузки на пациентов и медицинских работников. У-ПК-7.2 – Уметь: применять методы оптимизации дозовой нагрузки на пациентов и медицинских работников. В-ПК-7.2 – Владеть: способами оптимизации дозовой нагрузки на пациентов и медицинских работников.

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели	Задачи воспитания	Воспитательный потенциал
------------------	-------------------	--------------------------

воспитания	(код)	дисциплины
Профессиональное воспитание	Становление и развитие мировоззрения, обеспечивающего радиационную безопасность при медицинском использовании источников ионизирующего и неионизирующего излучения (В31)	<p>1. Использование воспитательного потенциала дисциплин «Введение в специальность», «Основы и применение синхротронного излучения», «Физика биологического действия радиации», «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений», «Микробиология, вирусология, иммунология», «Радиобиология» и всех видов практик – ознакомительной, научно-исследовательской, педагогической, преддипломной для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования культуры работы с приборами дозиметрического контроля, радиационной и экологической безопасности посредством тематического акцентирования в содержании дисциплин и учебных заданий, подготовки эссе, рефератов, дискуссий по вопросам биобезопасности <p>2. Использование воспитательного потенциала дисциплин «Основы биоэтики и биологического права», «Медицинские установки и детекторы излучений», «Рентгеновская компьютерная томография», «Основы МРТ», «Основы ПЭТ», «Основы интроскопии», «Радиационная биофизика», и всех видов практик для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования культуры радиационной безопасности, в том числе при получении практических навыков посредством тематического акцентирования в содержании дисциплин и учебных заданий, подготовки эссе, рефератов, дискуссий, а также в ходе практической работы с терапевтическим и диагностическим оборудованием. <p>4. Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин и всех видов практик для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования этических основ проведения экспериментов с использованием лабораторных животных посредством обсуждения техники безопасной работы с высокотехнологичным экспериментальным оборудованием, высокопроизводительной вычислительной техникой и с живыми системами.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Вид работы	Количество часов на вид работы
Контактная работа обучающихся с преподавателем	
Аудиторные занятия (всего)	22
В том числе:	
<i>лекции</i>	6
<i>практические занятия</i>	16
Промежуточная аттестация	+
В том числе:	
<i>зачет</i>	+
Самостоятельная работа обучающихся	
Самостоятельная работа обучающихся	50
Всего (часы):	72
Всего (зачетные единицы):	2

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

Неделя	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1-8	1. Методы регистрации и детекторы ионизирующего излучения в ядерной медицине	2	6			20
1-2	1.1. Газовые ионизационные детекторы	0,5	1			4
3-4	1.2. Сцинтилляционные детекторы и системы регистрации	0,5	2			6
5-6	1.3. Полупроводниковые детекторы	0,5	2			6
7-8	1.4. Статистика регистрации ионизирующих излучений	0,5	1			4
9-20	2. Медицинские установки в ядерной медицине	4	10			30
9-11	2.1. Гамма-камера: коллиматоры, характеристики и проектирование. Получение изображений	1	2			6
12-14	2.2. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ)	1	2			6
15-16	2.3. Производство радионуклидов	0,5	2			6
17-18	2.4. Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ)	1	2			6
19-20	2.5. Дозиметрия в ядерной медицине	0,5	2			6
	Всего:	6	16			50

Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная работа, СРО – самостоятельная работа обучающихся

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

Неделя	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1-8	1. Методы регистрации и детекторы ионизирующего излучения в ядерной медицине	
1-2	1.1. Газовые ионизационные детекторы	Вводные замечания. Основы теории работы газонаполненного ионизационного детектора. Ионизационные радиационные детекторы в ядерной медицине.
3-4	1.2. Сцинтилляционные детекторы и системы регистрации	Общие требования к детекторам. Сцинтилляторы. Фотоэлектронные умножители и электронные устройства в сцинтилляционном методе. Спектрометрия с кристаллом NaI(Tl).
5-6	1.3. Полупроводниковые детекторы	Общие замечания. Физика полупроводниковых детекторов. Захват носителей заряда. Теорема Рамо и индукция сигнала. Транспорт заряда и мобильность дрейфа. Коррекция захватов.
7-8	1.4. Статистика регистрации ионизирующих излучений	Погрешность, точность и воспроизводимость. Распределение вероятности. Распространение (передача) ошибок. Тестирование гипотез. Доверительный интервал. Тест χ^2 . Статистики и анализ изображения.
9-20	2. Медицинские установки в ядерной медицине	
9-11	2.1. Гамма-камера: коллиматоры, характеристики и проектирование. Получение изображений	Краткая история. Принцип работы гамма-камеры Ангера. Основные физические характеристики медицинских гамма-камер: собственная эффективность, эффективность коллиматора, системная чувствительность, пространственное разрешение, собственное энергетическое разрешение, рассеяние в пациенте и коллиматоре, пространственная однородность, линейность и энергетическая чувствительность, многокристальные и полупроводниковые гамма-камеры. Тесты контроля качества работы гамма-камер: ежедневные тесты, еженедельные тесты, ежегодные тесты. Параметры конструкции коллиматоров: общее рассмотрение, системные параметры, базовые конструкционные параметры коллиматора, подстроечные параметры геометрии коллиматора. Визуализационные свойства коллимационных систем: геометрическое разрешение коллиматора, чувствительность коллиматора, компромисс между чувствительностью и разрешением, проблема видимости схемы расположения

		отверстий, прохождение через септу. Оптимизация конструкции коллиматоров с параллельными каналами. Некоторые нерешенные проблемы в конструктивном решении коллиматоров.
12-14	2.2. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ)	Системы однофотонной эмиссионной томографии на базе гамма-камер: получение томографических данных, разрешение и чувствительность, коллиматоры, типы орбит, корректировка ослабления. Трансаксиальная томография. Реконструкция изображений: простое обратное проецирование, обратное проецирование с фильтрацией, метод итеративной реконструкции. Количественная ОФЭКТ: количественное определение, факторы, влияющие на количественную ОФЭКТ, методы компенсации ослабления, методы компенсации отклика детектора, методы компенсации рассеяния. Тесты контроля качества для ОФЭКТ: ежедневные тесты, еженедельные тесты.
15-16	2.3. Производство радионуклидов	Уравнения производства радионуклидов. Производство радионуклидов на ядерных реакторах. Производство радионуклидов на ускорителях: циклотрон, линейный ускоритель. Генераторы, общая концепция, математические соотношения, практическое применение. Мишени: физическая и химическая форма, тепловые свойства, химическая стабильность, реактивность и чистота, капсулирование.
17-18	2.4. Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ)	Общее рассмотрение. Позитронный распад. Системы ПЭТ: детекторы для ПЭТ, детектирование совпадений, ПЭТ-сканер, пространственное разрешение, чувствительность, энергетическое разрешение, эквивалентная по шуму скорость счета, характеристика скорости счета, режимы набора данных, КТ визуализация. Коррекция данных ПЭТ: поправка на ослабление, поправка на распад, поправка на случайные совпадения, поправка на мертвое время, нормализация данных, поправка на рассеяние, применение поправок. Накопление данных в ПЭТ. Тестирование ПЭТ-сканеров по программе контроля качества: ежедневное тестирование, еженедельное тестирование.
19-20	2.5. Дозиметрия в ядерной медицине	Историческая справка. Дозиметрические величины и единицы их измерения: поглощенная доза, эквивалентная доза, эффективная доза. Дозиметрия на разных этапах разработки и

		<p>внедрения радиофармпрепаратов.</p> <p>Методы расчета доз при внутреннем облучении: главные уравнения, дозиметрические системы, метод Маринелли-Квимби-Хайна, современные расчетные методы дозиметрии ядерной медицины.</p> <p>Практическое рассмотрение: S-Факторы для фантома стандартного человека, серия педиатрических фантомов, серия фантомов беременных женщин, воксельные (томографические) фантомы всего тела, эффективный период полувыведения, резидентное время.</p> <p>Программное обеспечение и ресурсы Интернета: програмные комплексы MIRDose и OLINDA, система RADAR.</p> <p>Нерешенные проблемы.</p>
--	--	---

Практические занятия

Неделя	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1-8	1. Методы регистрации и детекторы ионизирующего излучения в ядерной медицине	
1-2	1.1. Газовые ионизационные детекторы	Вводные замечания. Основы теории работы газонаполненного ионизационного детектора. Ионизационные радиационные детекторы в ядерной медицине.
3-4	1.2. Сцинтилляционные детекторы и системы регистрации	Общие требования к детекторам. Сцинтилляторы. Фотоэлектронные умножители и электронные устройства в сцинтилляционном методе. Спектрометрия с кристаллом NaI(Tl).
5-6	1.3. Полупроводниковые детекторы	Общие замечания. Физика полупроводниковых детекторов. Захват носителей заряда. Теорема Рамо и индукция сигнала. Транспорт заряда и мобильность дрейфа. Коррекция захватов.
7-8	1.4. Статистика регистрации ионизирующих излучений	Погрешность, точность и воспроизводимость. Распределение вероятности. Распространение (передача) ошибок. Тестирование гипотез. Доверительный интервал. Тест χ^2 . Статистики и анализ изображения.
9-20	2. Медицинские установки в ядерной медицине	
9-11	2.1. Гамма-камера: коллиматоры, характеристики и проектирование. Получение изображений	Краткая история. Принцип работы гамма-камеры Ангера. Основные физические характеристики медицинских гамма-камер: собственная эффективность, эффективность коллиматора, системная чувствительность, пространственное разрешение, собственное энергетическое разрешение, рассеяние в пациенте и коллиматоре,

		<p>пространственная однородность, линейность и энергетическая чувствительность, многокристалльные и полупроводниковые гамма-камеры.</p> <p>Тесты контроля качества работы гамма-камер: ежедневные тесты, еженедельные тесты, ежегодные тесты.</p> <p>Параметры конструкции коллиматоров: общее рассмотрение, системные параметры, базовые конструкционные параметры коллиматора, подстроечные параметры геометрии коллиматора.</p> <p>Визуализационные свойства коллимационных систем: геометрическое разрешение коллиматора, чувствительность коллиматора, компромисс между чувствительностью и разрешением, проблема видимости схемы расположения отверстий, прохождение через септу.</p> <p>Оптимизация конструкции коллиматоров с параллельными каналами.</p> <p>Некоторые нерешенные проблемы в конструктивном решении коллиматоров.</p>
12-14	2.2. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ)	<p>Системы однофотонной эмиссионной томографии на базе гамма-камер: получение томографических данных, разрешение и чувствительность, коллиматоры, типы орбит, корректировка ослабления.</p> <p>Трансаксиальная томография.</p> <p>Реконструкция изображений: простое обратное проецирование, обратное проецирование с фильтрацией, метод итеративной реконструкции.</p> <p>Количественная ОФЭКТ: количественное определение, факторы, влияющие на количественную ОФЭКТ, методы компенсации ослабления, методы компенсации отклика детектора, методы компенсации рассеяния.</p> <p>Тесты контроля качества для ОФЭКТ: ежедневные тесты, еженедельные тесты.</p>
15-16	2.3. Производство радионуклидов	<p>Уравнения производства радионуклидов.</p> <p>Производство радионуклидов на ядерных реакторах.</p> <p>Производство радионуклидов на ускорителях: циклотрон, линейный ускоритель.</p> <p>Генераторы, общая концепция, математические соотношения, практическое применение.</p> <p>Мишени: физическая и химическая форма, тепловые свойства, химическая стабильность, реактивность и чистота, капсулирование.</p>
17-18	2.4. Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ)	<p>Общее рассмотрение.</p> <p>Позитронный распад.</p> <p>Системы ПЭТ: детекторы для ПЭТ, детектирование совпадений, ПЭТ-сканер, пространственное разрешение, чувствительность, энергетическое разрешение, эквивалентная по</p>

		<p>шуму скорость счета, характеристика скорости счета, режимы набора данных, КТ визуализация. Коррекция данных ПЭТ: поправка на ослабление, поправка на распад, поправка на случайные совпадения, поправка на мертвое время, нормализация данных, поправка на рассеяние, применение поправок.</p> <p>Накопление данных в ПЭТ.</p> <p>Тестирование ПЭТ-сканеров по программе контроля качества: ежедневное тестирование, еженедельное тестирование.</p>
19-20	2.5. Дозиметрия в ядерной медицине	<p>Историческая справка.</p> <p>Дозиметрические величины и единицы их измерения: поглощенная доза, эквивалентная доза, эффективная доза.</p> <p>Дозиметрия на разных этапах разработки и внедрения радиофармпрепаратов.</p> <p>Методы расчета доз при внутреннем облучении: главные уравнения, дозиметрические системы, метод Маринелли-Квимби-Хайна, современные расчетные методы дозиметрии ядерной медицины.</p> <p>Практическое рассмотрение: S-Факторы для фантома стандартного человека, серия педиатрических фантомов, серия фантомов беременных женщин, воксельные (томографические) фантомы всего тела, эффективный период полувыведения, резидентное время.</p> <p>Программное обеспечение и ресурсы Интернета: програмные комплексы MIRDose и OLINDA, система RADAR.</p> <p>Нерешенные проблемы.</p>

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Методические рекомендации по освоению дисциплины «Медицинские установки и детекторы излучений» утвержденные на заседании отделения биотехнологий, протокол № 11 от «07» июня 2021 г.;
2. Методические рекомендации по преподаванию дисциплины «Медицинские установки и детекторы излучений» утвержденные на заседании отделения биотехнологий, протокол № 11 от «07» июня 2021 г.;
3. Методические указания к самостоятельной работе студента по оформлению рефератов по дисциплине «Медицинские установки и детекторы излучений» утвержденные на заседании отделения биотехнологий, протокол № 11 от «07» июня 2021 г.;
4. Методические рекомендации «Словарь терминов по учебной дисциплине «Медицинские установки и детекторы излучений» утвержденные на заседании отделения биотехнологий, протокол № 11 от «07» июня 2021 г.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущая аттестация			
1.	Раздел 1. Методы регистрации и детекторы ионизирующего излучения в ядерной медицине	<p>ПК-1 - Способен использовать профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин:</p> <p>З-ПК-1 – Знать: основные физические явления, фундаментальные понятия, законы и теории физики, основные методы теоретического и экспериментального исследования, методы измерения различных физических величин.</p> <p>У-ПК-1 – Уметь: разбираться в физических принципах, используемых в изучаемых специальных дисциплинах, решать физические задачи применительно к изучаемым специальным дисциплинам и прикладным проблемам будущей специальности.</p> <p>В-ПК-1 – Владеть: методами проведения физических измерений с оценкой погрешностей, а также методами физического описания типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов.</p> <p>ПК-6 - Способен принимать участие в составе коллектива в создании и использовании физической аппаратуры и технологий, основанных на новейших достижениях физики, техники и электроники:</p> <p>З-ПК-6 – Знать: основные организационные принципы коллективной научной деятельности и современную физическую аппаратуру и технологии.</p> <p>У-ПК-6 – Уметь: использовать личностные качества и знания в рамках выполнения работы по коллективным проектам.</p> <p>В-ПК-6 – Владеть: навыками создания и использования современной физической аппаратуры и технологий, владеть приемами планирования и организации работы в рамках научных групп, способен эффективно выполнять отведенную роль в научных исследованиях.</p> <p>ПК-7 - Способен анализировать исходные данные проектирования, участвовать в разработке, подготовке и оформлении</p>	<ul style="list-style-type: none"> - дискуссия; - домашнее задание; - задача; - контрольная работа; - доклад; - презентация; - реферат

		<p>проектной документации с учетом норм радиационной и экологической безопасности: З-ПК-7 – Знать: нормы радиационной и экологической безопасности, а также правила разработки, подготовки и оформления проектной документации с учетом норм радиационной и экологической безопасности. У-ПК-7 – Уметь: анализировать и критически оценивать любую поступающую информацию, выделять и систематизировать данные. В-ПК-7 – Владеть: навыками сбора, обработки, анализ и систематизации, а также оформления проектной документации с учетом норм радиационной и экологической безопасности.</p> <p>ПК-7.1 - Способен осуществлять физико-техническое обеспечение диагностики и лечения пациентов при помощи ионизирующего и неионизирующего излучения: З-ПК-7.1 – Знать: особенности физико-технического обеспечения диагностики и лечения пациентов при помощи ионизирующего и неионизирующего излучения. У-ПК-7.1 – Уметь: осуществлять физико-техническое обеспечение диагностики и лечения пациентов при помощи ионизирующего и неионизирующего излучения. В-ПК-7.1 – Владеть: методами физико-технического обеспечения диагностики и лечения пациентов при помощи ионизирующего и неионизирующего излучения.</p> <p>ПК-7.2 - Способен оптимизировать дозовые нагрузки на пациентов и медицинских работников: З-ПК-7.2 – Знать: методы оптимизации дозовой нагрузки на пациентов и медицинских работников. У-ПК-7.2 – Уметь: применять методы оптимизации дозовой нагрузки на пациентов и медицинских работников. В-ПК-7.2 – Владеть: способами оптимизации дозовой нагрузки на пациентов и медицинских работников.</p>	
--	--	---	--

2.	Раздел 2. Медицинские установки в ядерной медицине	<p>ПК-1 - Способен использовать профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин: З-ПК-1 – Знать: основные физические явления, фундаментальные понятия, законы и теории физики, основные методы теоретического и экспериментального исследования, методы измерения различных физических величин. У-ПК-1 – Уметь: разбираться в физических принципах, используемых в изучаемых специальных дисциплинах, решать физические задачи применительно к изучаемым специальным дисциплинам и прикладным проблемам будущей специальности. В-ПК-1 – Владеть: методами проведения физических измерений с оценкой погрешностей, а также методами физического описания типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов.</p> <p>ПК-6 - Способен принимать участие в составе коллектива в создании и использовании физической аппаратуры и технологий, основанных на новейших достижениях физики, техники и электроники: З-ПК-6 – Знать: основные организационные принципы коллективной научной деятельности и современную физическую аппаратуру и технологии. У-ПК-6 – Уметь: использовать личностные качества и знания в рамках выполнения работы по коллективным проектам. В-ПК-6 – Владеть: навыками создания и использования современной физической аппаратуры и технологий, владеть приемами планирования и организации работы в рамках научных групп, способен эффективно выполнять отведенную роль в научных исследованиях.</p> <p>ПК-7 - Способен анализировать исходные данные проектирования, участвовать в разработке, подготовке и оформлении проектной документации с учетом норм радиационной и экологической безопасности: З-ПК-7 – Знать: нормы радиационной и экологической безопасности, а также правила разработки, подготовки и оформления проектной документации с учетом норм радиационной и экологической безопасности. У-ПК-7 – Уметь: анализировать и критически оценивать любую поступающую информацию,</p>	<ul style="list-style-type: none"> - дискуссия; - домашнее задание; - задача; - контрольная работа; - доклад; - презентация; - реферат
----	--	--	---

		<p>выделять и систематизировать данные.</p> <p>В-ПК-7 – Владеть: навыками сбора, обработки, анализ и систематизации, а также оформления проектной документации с учетом норм радиационной и экологической безопасности.</p> <p>ПК-7.1 - Способен осуществлять физико-техническое обеспечение диагностики и лечения пациентов при помощи ионизирующего и неионизирующего излучения:</p> <p>З-ПК-7.1 – Знать: особенности физико-технического обеспечения диагностики и лечения пациентов при помощи ионизирующего и неионизирующего излучения.</p> <p>У-ПК-7.1 – Уметь: осуществлять физико-техническое обеспечение диагностики и лечения пациентов при помощи ионизирующего и неионизирующего излучения.</p> <p>В-ПК-7.1 – Владеть: методами физико-технического обеспечения диагностики и лечения пациентов при помощи ионизирующего и неионизирующего излучения.</p> <p>ПК-7.2 - Способен оптимизировать дозовые нагрузки на пациентов и медицинских работников:</p> <p>З-ПК-7.2 – Знать: методы оптимизации дозовой нагрузки на пациентов и медицинских работников.</p> <p>У-ПК-7.2 – Уметь: применять методы оптимизации дозовой нагрузки на пациентов и медицинских работников.</p> <p>В-ПК-7.2 – Владеть: способами оптимизации дозовой нагрузки на пациентов и медицинских работников.</p>	
Промежуточная аттестация			
	Зачет	<p>ПК-1 - Способен использовать профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин:</p> <p>З-ПК-1 – Знать: основные физические явления, фундаментальные понятия, законы и теории физики, основные методы теоретического и экспериментального исследования, методы измерения различных физических величин.</p> <p>У-ПК-1 – Уметь: разбираться в физических принципах, используемых в изучаемых специальных дисциплинах, решать физические</p>	<p>- зачетная работа;</p> <p>- контроль по итогам;</p> <p>- тестирование</p>

	<p>задачи применительно к изучаемым специальным дисциплинам и прикладным проблемам будущей специальности.</p> <p>В-ПК-1 – Владеть: методами проведения физических измерений с оценкой погрешностей, а также методами физического описания типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов.</p> <p>ПК-6 - Способен принимать участие в составе коллектива в создании и использовании физической аппаратуры и технологий, основанных на новейших достижениях физики, техники и электроники:</p> <p>З-ПК-6 – Знать: основные организационные принципы коллективной научной деятельности и современную физическую аппаратуру и технологии.</p> <p>У-ПК-6 – Уметь: использовать личностные качества и знания в рамках выполнения работы по коллективным проектам.</p> <p>В-ПК-6 – Владеть: навыками создания и использования современной физической аппаратуры и технологий, владеть приемами планирования и организации работы в рамках научных групп, способен эффективно выполнять отведенную роль в научных исследованиях.</p> <p>ПК-7 - Способен анализировать исходные данные проектирования, участвовать в разработке, подготовке и оформлении проектной документации с учетом норм радиационной и экологической безопасности:</p> <p>З-ПК-7 – Знать: нормы радиационной и экологической безопасности, а также правила разработки, подготовки и оформления проектной документации с учетом норм радиационной и экологической безопасности.</p> <p>У-ПК-7 – Уметь: анализировать и критически оценивать любую поступающую информацию, выделять и систематизировать данные.</p> <p>В-ПК-7 – Владеть: навыками сбора, обработки, анализ и систематизации, а также оформления проектной документации с учетом норм радиационной и экологической безопасности.</p> <p>ПК-7.1 - Способен осуществлять физико-техническое обеспечение диагностики и лечения пациентов при помощи ионизирующего и неионизирующего излучения:</p>	
--	--	--

		<p>З-ПК-7.1 – Знать: особенности физико-технического обеспечения диагностики и лечения пациентов при помощи ионизирующего и неионизирующего излучения.</p> <p>У-ПК-7.1 – Уметь: осуществлять физико-техническое обеспечение диагностики и лечения пациентов при помощи ионизирующего и неионизирующего излучения.</p> <p>В-ПК-7.1 – Владеть: методами физико-технического обеспечения диагностики и лечения пациентов при помощи ионизирующего и неионизирующего излучения.</p> <p>ПК-7.2 - Способен оптимизировать дозовые нагрузки на пациентов и медицинских работников:</p> <p>З-ПК-7.2 – Знать: методы оптимизации дозовой нагрузки на пациентов и медицинских работников.</p> <p>У-ПК-7.2 – Уметь: применять методы оптимизации дозовой нагрузки на пациентов и медицинских работников.</p> <p>В-ПК-7.2 – Владеть: способами оптимизации дозовой нагрузки на пациентов и медицинских работников.</p>	
--	--	---	--

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Оценочные средства приведены в Приложении «Фонд оценочных средств».

8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

- Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.
- Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.
- Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.
- Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:
 - контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий

текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.

- контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.
- Текущая аттестация в 8 семестре обучения по образовательным программам бакалавриата, в котором единственная контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 6 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 6 неделю учебного семестра.
- Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум**
Текущая аттестация	1-6	36 - 60% от максимума	60
Контрольная точка № 1	5-6	36 (60% от 60)	60
<i>контрольная работа</i>		12 (60% от 20)	20
<i>задача</i>		12 (60% от 20)	20
<i>тестирование</i>		12 (60% от 20)	20
Промежуточная аттестация	-	24 – 60% от максимума	40
Зачет	-	24 (60% от 40)	40
<i>зачетная работа</i>	-	9 (60% от 15)	15
<i>контроль по итогам</i>	-	9 (60% от 15)	15
<i>тестирование</i>	-	6 (60% от 10)	10
ИТОГО по дисциплине		60	100

* - Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

8.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных обучающимся при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации.

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоения учебной дисциплины
90-100	5 - «отлично»/«зачтено»	A	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает,

			умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы
85-89	4 - «хорошо»/«зачтено»	B	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 - «удовлетворительно»/«зачтено»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала
60-64			
0-59	2 - «неудовлетворительно»/«не зачтено»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная учебная литература:

1. Беляев В.Н. Физика ядерной медицины [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / В.Н. Беляев, В.А. Климанов. - Москва: НИЯУ МИФИ. 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. - [Б. м.], 2012. – 248 с. - Текст: электронный // URL: http://library.mephi.ru/pdfunnel.php?Z21FAMILY=ИАТЭ+НИЯУ+МИФИ&Z21ID=IATEM_EPHI&PATH=book-mephi%2FBelyaev_Fizika_yadernoj_mediciny_Ch.2_Uchebnoe_posobie_2012.pdf
2. Климанов В.А. Физика ядерной медицины [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / В.А. Климанов. - Москва: НИЯУ МИФИ. Ч.1: Физический фундамент ядерной медицины, устройство и основные характеристики гамма-камер и коллиматоров-излучения, однофотонная эмиссионная томография, реконструкция и распределений активности радионуклидов в организме человека, получение радионуклидов. - [Б. м.],

б) дополнительная учебная литература:

1. Бамбер Дж., Тристам М., Лич М. Физика визуализации изображений в медицине: В 2-х томах. Т. 2: Пер. с англ./Под ред. С. Уэбба. – М.: Мир, 1991. – 408 с.
2. Бекман И.Н. Ядерная медицина: физические и химические основы : учебник для бакалавриата и магистратуры / И.Н. Бекман. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 400 с.
3. Вебстер Дж. Г., Камышко И.В., Калашник Д.А. Медицинские приборы [Текст]: Разработка и применение. - М.: Медицинская книга, 2004. - 704 с.
4. Вечканов Е.М., Внуков В.В. Основы радиационной биофизики. Учебное пособие. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2010. – 50 с.
5. Зубков Ю.Н. Лекции по медицинской физике : учебное пособие для вузов / Ю. Н. Зубков. – Ульяновск: УлГУ, 2011. – 285 с.
6. Калантаров К.Д., Калашников С.Д., Костылев В.А. Аппаратура и методики радионуклидной диагностики в медицине. – М.: ЗАО «ВНИИМП-ВИТА», 2002. – 122 с.
7. Климанов В.А. Радиационная дозиметрия [Электронный ресурс]: монография / В.А. Климанов, Е. А. Крамер-Агеев, В.В. Смирнов; ред. В.А. Климанов. - Москва: НИЯУ МИФИ, 2014. – 648 с. - Текст: электронный // URL: http://library.mephi.ru/pdfunnel.php?Z21FAMILY=ИАТЭ+НИЯУ+МИФИ&Z21ID=1760A4E9E1NP2M0T5I117&PATH=book-mephi%2FKlimanov_Radiatsionnaya_dozimetriya_2014.pdf
8. Климанов В.А. Радиобиологическое и дозиметрическое планирование лучевой и радионуклидной терапии [Электронный ресурс] / В. А. Климанов. - Москва: НИЯУ МИФИ. Ч.1: Радиобиологические основы лучевой терапии. Радиобиологическое и дозиметрическое планирование дистанционной лучевой терапии пучками тормозного и гамма-излучения и электронами: учебное пособие для вузов. - [Б. м.], 2011. - 500 с. - Текст: электронный // URL: http://library.mephi.ru/pdfunnel.php?Z21FAMILY=ИАТЭ+НИЯУ+МИФИ&Z21ID=IATEMЕРНІ&PATH=book-mephi%2FKlimanov_Radiobiologicheskoe_i_dozimetricheskoe_planirov.Ch.1_2011.pdf
9. Климанов В.А. Радиобиологическое и дозиметрическое планирование лучевой и радионуклидной терапии [Электронный ресурс] / В. А. Климанов. - Москва: НИЯУ МИФИ. Ч.2: Лучевая терапия пучками протонов, ионов, нейтронов и пучками с модулированной интенсивностью, стереотаксис, брахитерапия, радионуклидная терапия, оптимизация, гарантия качества: учебное пособие для вузов. - [Б. м.], 2011. – 604 с. - Текст: электронный // URL: http://library.mephi.ru/pdfunnel.php?Z21FAMILY=ИАТЭ+НИЯУ+МИФИ&Z21ID=IATEMЕРНІ&PATH=book-mephi%2FKlimanov_Radiobiologicheskoe_i_dozimetricheskoe_planirovanie_2011.pdf
10. Климанов В.А. Ядерная медицина. Радионуклидная диагностика : учебное пособие для вузов / В.А. Климанов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2021. – 307 с. - Текст: электронный // URL: <https://urait.ru/viewer/yadernaya-medicina-radionuklidnaya-diagnostika-492516#page/1>
11. Королюк, И.П. Беседы о ядерной медицине [Текст] / И.П. Королюк, А.Ф. Цыб. - М.: Молодая гвардия, 1988. - 192 с.
12. Костылев В.А., Наркевич Б.Я. Медицинская физика – М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2008. – 464 с.
13. Кудряшов Ю.Б. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения) / Под ред. В.К. Мазурика, М.Ф. Ломанова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 448 с.

14. Кудряшов Ю.Б., Перов Ю.Ф., Рубин А.Б. Радиационная биофизика: радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения. Учебник: для вузов – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 184 с.
15. Кудряшов Ю.Б., Рубин А.Б. Радиационная биофизика: сверхнизкочастотные электромагнитные излучения. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. – 216 с.
16. Кузьмина, Н.Б. Что такое ядерная медицина? [Электронный ресурс] / Н.Б. Кузьмина. - Москва: НИЯУ МИФИ, 2012. – 32 с. - Текст: электронный // URL: <http://library.mephi.ru/pdfunnel.php?Z21FAMILY=ИАТЭ+НИЯУ+МИФИ&Z21ID=IATEMERNI&PATH=book-mephi%2FKuzmina%2C Chto takoe yadernaya medecina 20112.pdf>
17. Лещенко В.Г. Медицинская и биологическая физика: учеб. пособие / В.Г. Лещенко, Г.К. Ильич. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2012. – 552 с.
18. Марусина М.Я., Казначеева А.О. Современные виды томографии. Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2006. – 132 с.
19. Матусевич Е.С., Манохин В.Н. Источники ионизирующего излучения для ядерной медицины : учебное пособие. – Обнинск: ФЭИ, 2010. – 159 с.
20. Наркевич, Б.Я. Физические основы ядерной медицины [Текст]: учебное пособие / Б.Я. Наркевич, В.А. Костылев. - Москва: АМФ-Пресс, 2001. - 59 с.
21. Паркер, Р. Основы ядерной медицины [Текст] / Паркер Р., Смит П., Тейлор Д. - М.: Энергоиздат, 1981. - 304 с.
22. Ратнер Т.Г., Лютова Н.А. Клиническая дозиметрия. Теоретические основы и практическое применение. - М.: «Весть», 2006. - 268 с.
23. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: Учеб. для вузов / А.Н. Ремизов, А.Г. Максина, А.Я. Потапенко. – 4-е изд., перераб. и дополн. – М.: Дрофа, 2003. – 560 с.
24. Труфанов Г.Е. Лучевая диагностика: Учебник Т.1. / под ред. Труфанова Г.Е. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 416 с.
25. Труфанов Г.Е. Лучевая терапия: учебник / [Г.Е. Труфанов, М.А. Асатурян, Г.М. Жаринов, В.Н. Малаховский]; под ред. Г.Е. Труфанова – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 208 с.
26. Улин С.Е., Михайлов В.Н., Никитаев В.Г. и др. Физические методы медицинской интроскопии : учебное пособие. – М.: МИФИ, 2009. – 308 с.
27. Уэбб С., Данс Д., Эванс С. Физика визуализации изображений в медицине: В 2-х томах. Т. 1: Пер. с англ./Под ред. С. Уэбба. – М.: Мир, 1991. – 408 с.
28. Федорова В.Н., Степанова Л.А. Краткий курс медицинской и биологической физики с элементами реабилитологии. Лекции и семинары: учебное пособие. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 624 с.
29. Цыб А.Ф., Ульяненко С.Е., Мардынский Ю.С. Нейтроны в лечении злокачественных новообразований: научно-методическое пособие. – Обнинск: БИСТ, 2003. - 112 с.
30. Черняев, А.П. Ядерно-физические методы в медицине [Текст]: учеб. пособие / А.П. Черняев; МГУ им. М. В. Ломоносова; НИИ ЯФ им. Д.В. Скобельцына. - Москва: КДУ; Университетская книга, 2016. – 190 с.
31. Hendee William R., Ritenour Russell E. Medical Imaging Physics. Fourth edition by Wiley-Liss, Inc., New York, 2002. – 513 p.
32. Hornak Joseph P. The Basics of MRI. - Текст: электронный // URL: <https://www.cis.rit.edu/htbooks/mri/>.
33. Wernick Miles N., Aarsvold John N. Emission tomography. The Fundamentals of PET and SPECT. Elsevier Academic Press, San Diego, California, USA, 2004. – 576 p.

10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Медицинская физика - электронный журнал [Официальный сайт]. — URL: <http://medphys.amphr.ru/>

2. BioMed Central (BMC) - научное издательство [Официальный сайт]. — URL: <https://www.biomedcentral.com/>
3. eLibrary.Ru - российская научная электронная библиотека, интегрированная с Российским индексом научного цитирования (РИНЦ) [Официальный сайт]. — URL: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>
4. Elsevier Science - научное издательство [Официальный сайт]. — URL: <https://www.elsevier.com/>, <https://elsevierscience.ru/>
5. Frontiers - научное издательство [Официальный сайт]. — URL: <https://www.frontiersin.org/>
6. Health Physics - журнал [Официальный сайт]. — URL: <https://journals.lww.com/health-physics/pages/default.aspx>
7. Journal of Medical Physics - журнал [Официальный сайт]. — URL: <https://www.jmp.org.in/>
8. Medical Physics - международный научный журнал [Официальный сайт]. — URL: <https://www.medphys.org/>
9. Physics in Medicine and Biology - журнал [Официальный сайт]. — URL: <https://iopscience.iop.org/journal/0031-9155>
10. PubMed - англоязычная текстовая база данных медицинских и биологических публикаций [Официальный сайт]. — URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
11. ScienceDirect - база научных публикаций [Официальный сайт]. — URL: <https://www.sciencedirect.com/>
12. Scopus - крупнейшая международная единая база данных, содержащая аннотации и информацию о цитируемости рецензируемой научной литературы [Официальный сайт]. — URL: <https://www.scopus.com/>
13. Springer - международное научное издательство [Официальный сайт]. — URL: <https://www.springer.com/gp>, <https://link.springer.com/>
14. Web of Science – одна из ведущих международных баз данных, содержащая аннотации и информацию о цитируемости рецензируемой научной литературы [Официальный сайт]. — URL: <https://clarivate.com/webofsciencegroup/solutions/web-of-science/>
15. World Nuclear Association - Всемирная ядерная ассоциация [Официальный сайт]. — URL: <https://www.world-nuclear.org/>

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины – комплекс рекомендаций и разъяснений, позволяющий обучающимся оптимальным образом организовать процесс изучения как теоретического учебного материала дисциплины, так и подготовки к практическим занятиям, в том числе проводимым с использованием активных и интерактивных технологий обучения.

Методические указания приведены в Приложениях:

1. Методические рекомендации по освоению дисциплины «Медицинские установки и детекторы излучений»;
2. Методические рекомендации по преподаванию дисциплины «Медицинские установки и детекторы излучений»;
3. Методические указания к самостоятельной работе студента по оформлению рефератов по дисциплине «Медицинские установки и детекторы излучений»;
4. Методические рекомендации «Словарь терминов по учебной дисциплине «Медицинские установки и детекторы излучений».

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешенном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

- создание и управление классами;
- создание курсов;
- организация записи учащихся на курс;
- предоставление доступа к учебным материалам для учащихся;
- публикация заданий для учеников;
- оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения;
- организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

12.1. Перечень информационных технологий:

- использование компьютерного тестирования по итогам изучения разделов дисциплины;
- проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной образовательной среды;
- использование электронных презентаций при проведении практических занятий;
- использование обучающих видеофильмов;
- использование текстового редактора Microsoft Word;
- использование табличного редактора Microsoft Excel;
- использование текстового редактора NoteBook (Блокнот).

12.2. Перечень программного обеспечения:

- компьютерная контрольно-обучающая тестовая программа с открытой лицензией (оболочка MyTestX);
- лицензированная контрольно-обучающая тестовая программа с возможностью использования on-line «Indigo»;
- программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель Windows Media Player);
- текстовый редактор Microsoft Word;
- табличный редактор Microsoft Excel;
- редактор презентаций Microsoft PowerPoint;
- текстовый редактор NoteBook (Блокнот);
- браузер – Google Chrome.

12.3. Перечень информационных справочных систем

Доступ к электронным библиотечным ресурсам и электронной библиотечной системе (ЭБС) осуществляется посредством специальных разделов на официальном сайте ИАТЭ НИЯУ МИФИ. Обеспечен доступ к электронным каталогам библиотеки ИАТЭ НИЯУ МИФИ, а также электронным образовательным ресурсам (ЭИОС), сформированным на основании прямых договоров с правообладателями учебной и учебно-методической литературы, методических

пособий:

- 1) информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс, <http://www.consultant.ru/> (информация нормативно-правового характера на основе современных компьютерных и телекоммуникационных технологий);
- 2) электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ, http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK;
- 3) электронно-библиотечная система «Айбукс», <https://ibooks.ru/>;
- 4) электронно-библиотечная система издательства «Лань», <https://e.lanbook.com/>;
- 5) электронно-библиотечная система «Юрайт», <https://urait.ru/>;
- 6) базы данных электронной библиотечной системы «Консультант студента», <https://www.studentlibrary.ru/>;
- 7) электронно-библиотечная система BOOK.ru, <https://book.ru/>;
- 8) базовая версия электронно-библиотечной системы IPRbooks, <https://iprbooks.ru/>;
- 9) научная электронная библиотека eLIBRARY, <https://www.elibrary.ru/>.

13. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оснащение лекционных занятий:

- компьютер Карин7-E7500 INTEL PENTIUM E7500 (3 шт.);
- телевизор LED: LCD Samsung LE46D550K1W 46" (116 см) (1 шт.);
- ноутбук Asus F3Q00Jr T2130 15.4" WXGA (1 шт.);
- проектор ACER P5290 (1 шт.);
- видеолекции и лекции в форме мультимедийных презентации по дисциплине, компьютерные тестирующие программы для промежуточного и итогового контроля знаний, учебные фильмы.

Оснащение практических занятий:

Лаборатория медицинской радиационной физики отдела радиационной биофизики МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиала ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России:

- помещение №108 (установка для нейтронной терапии на базе генератора НГ-14 (операторская));
- помещение №109 (комплекс протонной терапии «Прометеус» (операторская), оборудование для ежедневного контроля IMRT полей и контроля качества терапевтического пучка линейных ускорителей);
- аудитория №201 (зал для проведения конференций);
- аудитория №205 (учебный класс).

Лаборатория разработки и эксплуатации облучающей техники отдела радиационной биофизики МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиала ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России:

- помещение №108 (установка для нейтронной терапии на базе генератора НГ-14 (нейтронный каньон));
- помещение №109 (комплекс протонной терапии «Прометеус» (синхротронный зал), комплект дозиметрического оборудования производства PTW Freiburg, Германия);
- помещение №311а (ускоритель электронов «NOVAC-11» (ускорительный зал));
- аудитория №201 (зал для проведения конференций);
- аудитория №205 (учебный класс).

14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

14.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид занятий (лекции, практические занятия)	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
1.	Раздел 1. Методы регистрации и детекторы ионизирующего излучения в ядерной медицине	лекции	2	- демонстрация таблиц, слайдов, специализированных профессиональных изображений, инструментов и аппаратов; - показ учебных видеоматериалов
		практические занятия	6	- участие в научных конференциях; - реферативная работа; - ситуационные задачи, кейсы, деловая игра; - компьютерные симуляции; - дискуссия по теме занятия; - тренинговые формы проведения практических занятий
2.	Раздел 2. Медицинские установки в ядерной медицине	лекции	4	- демонстрация таблиц, слайдов, специализированных профессиональных изображений, инструментов и аппаратов; - показ учебных видеоматериалов
		практические занятия	10	- участие в научных конференциях; - реферативная работа; - ситуационные задачи, кейсы, деловая игра; - компьютерные симуляции; - дискуссия по теме занятия; - тренинговые формы проведения практических занятий

14.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)

№ п/п	Разделы дисциплины	Тема, выносимая для самостоятельного изучения	Самостоятельная работа обучающихся под контролем преподавателя	Количество ак. ч.
1.	Раздел 1. Методы регистрации и детекторы ионизирующего излучения в	1.1. Газовые ионизационные детекторы	- работа в отделе радиационной биофизики МРНЦ им. А.Ф. Цыба; - участие в научных конференциях; - работа с технической и научной документацией; - реферативная работа	4

2.	ядерной медицине	1.2. Сцинтилляционные детекторы и системы регистрации	- работа в отделе радиационной биофизики МРНЦ им. А.Ф. Цыба; - участие в научных конференциях; - работа с технической и научной документацией; - реферативная работа	6
3.		1.3. Полупроводниковые детекторы	- работа в отделе радиационной биофизики МРНЦ им. А.Ф. Цыба; - участие в научных конференциях; - работа с технической и научной документацией; - реферативная работа	6
4.		1.4. Статистика регистрации ионизирующих излучений	- работа в отделе радиационной биофизики МРНЦ им. А.Ф. Цыба; - участие в научных конференциях; - работа с технической и научной документацией; - реферативная работа	4
5.	Раздел 2. Медицинские установки в ядерной медицине	2.1. Гамма-камера: коллиматоры, характеристики и проектирование. Получение изображений	- работа в отделе радиационной биофизики МРНЦ им. А.Ф. Цыба; - участие в научных конференциях; - работа с технической и научной документацией; - реферативная работа	6
6.		2.2. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ)	- работа в отделе радиационной биофизики МРНЦ им. А.Ф. Цыба; - участие в научных конференциях; - работа с технической и научной документацией; - реферативная работа	6
7.		2.3. Производство радионуклидов	- работа в отделе радиационной биофизики МРНЦ им. А.Ф. Цыба; - участие в научных конференциях; - работа с технической и научной документацией; - реферативная работа	6
8.		2.4. Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ)	- работа в отделе радиационной биофизики МРНЦ им. А.Ф. Цыба; - участие в научных конференциях; - работа с технической и научной документацией; - реферативная работа	6

9.		2.5. Дозиметрия в ядерной медицине	<ul style="list-style-type: none"> - работа в отделе радиационной биофизики МРНЦ им. А.Ф. Цыба; - участие в научных конференциях; - работа с технической и научной документацией; - реферативная работа 	6
----	--	------------------------------------	---	---

15. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для **лиц с нарушением слуха** возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний обучающихся на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий. Доклад так же может быть представлен в письменной форме (в виде реферата). При этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т.д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае обучающийся предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете/экзамене может быть увеличено.

Для **лиц с нарушением зрения** допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а так же использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Оценка знаний обучающихся на практических занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия обучающийся может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия обучающийся должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание. Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата). При этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т.д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета/экзамена может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем обучающийся в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета/экзамена. В таком случае зачет/экзамен сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

Программу составила:

Ю.А. Беликова – ведущий инженер Центра биотехнологий

Рецензент:


А.А. Котляров – начальник отделения биотехнологий, доктор медицинских наук, профессор

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

<p>Программа рассмотрена на заседании отделения биотехнологий (протокол № ____ от «__»____20__ г.)</p>	<p>Руководитель образовательной программы «Ядерно-физические технологии в медицине» направления подготовки 03.03.02 «Физика» «__»____20__ г. _____ А.А. Котляров</p> <p>Начальник отделения биотехнологий «__»____20__ г. _____ А.А. Котляров</p>
--	---

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа дисциплины разработана в отделении биотехнологий ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

<p>Рассмотрена на заседании отделения биотехнологий и рекомендована к одобрению Ученым советом ИАТЭ НИЯУ МИФИ</p> <p>(протокол № <u>9/1</u> от «<u>21</u>» <u>04</u> 20<u>23</u>г.)</p>	<p>Начальник отделения биотехнологий ИАТЭ НИЯУ МИФИ</p> <p> А.А. Котляров</p>
---	--