

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



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Получение и выделение радиоактивных изотопов

Специальность 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики

Квалификация выпускника инженер

Специализация Химическая технология материалов ядерного топливного цикла

Форма обучения Очная

Выпускающая кафедра Кафедра радиохимии

Кафедра-разработчик рабочей программы Кафедра Радиохимии

Семестр	Трудоемкость час. (ЗЕТ)	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет/кр)
А	108(3)	18	36	0	54	зачет
<b>Итого</b>	<b>108(3)</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>54</b>	<b>зачет</b>

Димитровград  
2021 г.

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями Федерального закона от 29.12.2012г. №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», Образовательного стандарта высшего образования, самостоятельно установленного НИЯУ МИФИ (далее – Образовательный стандарт (или ОС) НИЯУ МИФИ), по специальности 18.05.02. Химическая технология материалов современной энергетики), утвержденного Ученым советом университета (протокол № 18/03 от 31.05.2018 г., актуализировано Ученым советом университета (протокол № 21/11 от 27.07.2021 г.)), учебного плана ДИТИ НИЯУ МИФИ.

Составители рабочей программы

Старший преподаватель

кафедры радиохимии

(должность, ученое звание, степень)

  
(подпись)

С.М. Брюхов

(Ф.И.О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры

протокол № 6 от 25.03.2021 г.

радиохимии

Зав. кафедрой-разработчика

«25» 03 2021 г.

  
(подпись)

А.А. Лизин

(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:

И.о. зав. выпускающей кафедрой

«01» 04 2021 г.

  
(подпись)

А.А. Лизин

(Ф.И.О.)

Руководитель ООП,

Лизин А.А., к.х.н.,

и.о. зав. кафедрой радиохимии

«01» 04 2021 г.

  
(подпись)

А.А. Лизин

(Ф.И.О.)

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	4
3 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ .....	11
4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	12
5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	15
6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ).....	15
7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	16
8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	17
9 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	17

## **1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Цель** освоения дисциплины: подготовка специалиста по производству и выделению радионуклидных источников и препаратов.

**Задачи** освоения дисциплины:

- получение теоретических и практических знаний по разработке и изготовлению стартовых мишеней для накопления радионуклидов в ядерно-физических установках.
- ознакомление со способами получения радионуклидов в реакторных установках и ускорителях заряженных частиц.
- проектирование и эксплуатация радиохимических установок для производства радионуклидов различного происхождения (природных, реакторных, ускорительных);
- изучение способов обеспечения безопасности производства радионуклидов, с учетом требований существующего международного и национального ядерного законодательства;

## **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 специальности.

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижений:**

Тип задачи профессиональной деятельности: технологический

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: технологический				
<p>Осуществление технологического процесса в соответствии с требованиями технологического регламента; Организация и осуществление входного контроля сырья и материалов, используемых в технологии материалов современной энергетики, изотопно-чистых веществ, их соединений. Обеспечение эффективного использования в технологическом процессе оборудования, сырья и вспомогательных материалов; Наладка и эксплуатация машин и аппаратов для осуществления</p>	<p>Цирконий, уран, плутоний и другие трансурановые элементы, радиоактивные элементы естественного происхождения и продукты, образовавшиеся в ядерных реакторах и при облучении мишеней на ускорителях – в виде руд, концентратов и вторичного сырья, а также процессы обращения с ними, выделения и аффинажа целевых продуктов; Рассеянные элементы: цезий, рубидий, таллий, галлий, индий, скандий, германий, а также редкие элементы: литий, бериллий, ванадий, титан, молибден, редкоземельные элементы и их соединения играющие важную роль в высокотехнологичных процессах современной экономики. Природное и техногенное сырье, содержащее изотопы легких элементов, в том числе лития, бериллия, бора, углерода и их соединений – включая приведение их в состояние, требуемое для атомной промышленности; Специально созданные мишени для накопления целевых изотопов, а также попутное извлечение ценных изотопов в ходе технологических процессов; Технологические процессы извлечения, концентрирования и очистки указанных выше объектов, оборудование и систе-</p>	<p>ПК-4 Способен анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию</p>	<p>З-ПК-4 Знать: способы анализа технологических процессов и выявления его недостатков У-ПК-4 Уметь: анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию В-ПК-4 Владеть: навыками разработки мероприятий по совершенствованию технологического процесса</p>	<p>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</p>

<p>технологических процессов; Освоение и ввод в эксплуатацию новых технологических процессов и оборудования; Проведение экологического и радиационного мониторинга; Обеспечение мероприятий по дезактивации технологического оборудования и производственных и прилегающих территорий; Обеспечение радиационной безопасности</p>	<p>мы контроля для их осуществления; Оборудование, приборы и методы обеспечения аналитического контроля проведения этих процессов в лабораторных и промышленных условиях; Технологические процессы обращения с ОЯТ и РАО, получения и выделения радиоизотопов; Методы обеспечения радиационной безопасности и реабилитации территорий, связанные с использованием ядерных объектов</p>	<p>ПК-3.1 Способен осуществлять разработку и проектирование технологических процессов и оборудования для извлечения материалов ядерно-топливного цикла (ЯТЦ) атомной энергетики из природного и технологического сырья, переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ), радиоактивных отходов (РАО), выделения радиоизотопов и их применения</p>	<p>З-ПК-3.1 Знать методическую и нормативную базу в области проектирования и проведения научно-исследовательских работ в области технологических процессов и оборудования для извлечения материалов ядерно-топливного цикла (ЯТЦ) атомной энергетики из природного и технологического сырья, переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ), радиоактивных отходов (РАО), выделения радиоизотопов и их применения У-ПК-3.1 Уметь формулировать цели и задачи проектирования и использования технологической аппаратуры технологических процессов и оборудования для извлечения материалов ядерно-топливного цикла (ЯТЦ) атомной энергетики из природного и технологического сырья, переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ), радиоактивных отходов (РАО), выделения радиоизотопов и их применения В-ПК-3.1 Владеть навыками формирования требований к показателям и свойствам оборудования, средств контроля и управления с учетом достижений науки, техники и</p>	<p>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</p>
--	--	--	--	--

			электроники в применении к разработке технологических процессов и оборудования для извлечения материалов ядерно-топливного цикла (ЯТЦ) атомной энергетики из природного и технологического сырья, переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ), радиоактивных отходов (РАО), выделения радиоизотопов и их применения	
Тип задачи профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Разработка планов, программ и методик проведения исследований материалов и технологических процессов, являющихся объектами профессиональной деятельности проведения экспериментальных исследований процессов, методов и подходов в области технологии материалов современной энергетики со всеми объектами; изучение изменения свойств материалов под	Цирконий, уран, плутоний и другие трансурановые элементы, радиоактивные элементы естественного происхождения и продукты, образовавшиеся в ядерных реакторах и при облучении мишеней на ускорителях – в виде руд, концентратов и вторичного сырья, а также процессы обращения с ними, выделения и аффинажа целевых продуктов; Рассеянные элементы: цезий, рубидий, таллий, галлий, индий, скандий, германий, а также редкие элементы: литий, бериллий, ванадий, титан, молибден, редкоземельные элементы и их соединения играющие важную роль в высокотехнологичных процессах современной экономики. Природное и техногенное сырье, содержащее изотопы легких элементов, в том числе лития, бериллия, бора, углерода и их соединений – включая приведение их в состояние, требуемое для атомной про-	ПК-3.2 Способен обеспечить безопасное проведение работ с использованием радиоактивных веществ, проводить радиометрические измерения, использовать современное аналитическое оборудование при проведении научных исследований и корректно обрабатывать экспериментальные данные	З-ПК-3.2 Знать современные методы и методики проведения исследований и технические характеристики используемого научного оборудования, методы обработки, обобщения и анализа полученных экспериментальных данных при работе с радиоактивными и ядерными материалами. У-ПК-3.2 Уметь выбирать, использовать и разрабатывать методы исследований для решения фундаментальных и прикладных задач при работе с радиоактивными и ядерными материалами В-ПК-3.2 Владеть информационной компетентностью, методами и методиками обработки результатов НИР при работе с радиоактивными и	Профессиональный стандарт «24.075. Инженер-исследователь в области разделения изотопов» /01.7. Планирование проведения экспериментальных работ на создаваемых установках по разделению изотопов  Профессиональный стандарт «24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий»  В/01.7. Руководство и управление деятельностью персонала и обеспечение безопасного проведения научно-исследовательских

<p>действием интенсивных радиационных излучений различной природы;</p> <p>-создание теоретических моделей для прогнозирования свойств материалов современной энергетики; моделирование и оптимизация производственных установок и технологических схем;</p> <p>– анализ научно-технической литературы и проведение патентного поиска;</p> <p>– составление научно-технических отчетов и аналитических обзоров литературы</p>	<p>мышленности; Специально созданные мишени для накопления целевых изотопов, а также попутное извлечение ценных изотопов в ходе технологических процессов; Технологические процессы извлечения, концентрирования и очистки указанных выше объектов, оборудование и системы контроля для их осуществления; Оборудование, приборы и методы обеспечения аналитического контроля проведения этих процессов в лабораторных и промышленных условиях; Технологические процессы обращения с ОЯТ и РАО, получения и выделения радиоизотопов; Методы обеспечения радиационной безопасности и реабилитации территорий, связанные с использованием ядерных объектов.</p>		<p>ядерными материалами, правильно оформляет отчеты, обзоры, публикации и заявки на результаты интеллектуальной деятельности</p>	<p>и опытно- конструкторских работ</p>
--	--	--	--	--



		<p>ПК-9 Способен проводить анализ технических заданий на проектирование и проектов с учетом существующего международного и национального ядерного законодательства</p>	<p>З-ПК-9 Знать: принципы анализа технических заданий на проектирование, разработки технологических схем, технологической и технической документации У-ПК-9 Уметь: разработать технологическую и аппаратурную схемы процессов предприятий ядерно-топливного цикла с учетом существующего международного и национального ядерного законодательства</p>	<p>Профессиональный стандарт «24.075. Инженер-исследователь в области разделения изотопов»</p>	<p>В.7. Проектирование, разработка и совершенствование технологических процессов, отдельных узлов и установок по разделению изотопов, проведение исследований и испытаний</p>
				<p>Профессиональный стандарт «24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий»</p>	<p>В.7. Выработка направлений прикладных научно-исследовательских и опытно-конструкторских</p>

	<p>их в состояние, требуемое для атомной промышленности; Специально созданные мишени для накопления целевых изотопов, а также попутное извлечение ценных изотопов в ходе технологических процессов; Технологические процессы извлечения, концентрирования и очистки указанных выше объектов, оборудование и системы контроля для их осуществления; Оборудование, приборы и методы обеспечения аналитического контроля проведения этих процессов в лабораторных и промышленных условиях; Технологические процессы обращения с ОЯТ и РАО, получения и выделения радиоизотопов; Методы обеспечения радиационной безопасности и реабилитации территорий, связанные с использованием ядерных объектов.</p>		<p>В-ПК-9 Владеть: приемами выполнения чертежей аппаратурных схем технологических процессов с использованием современных САД-программ</p>		<p>работ по совершенствованию ядерно-энергетических технологий и руководство деятельностью подчиненного персонала по их выполнению</p>
--	---	--	---	--	--

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- Назначение и технические характеристики радионуклидных источников и препаратов для технического, медицинского и научного применения.
- Ядерно-физические и радиохимические технологии изготовления радионуклидных источников и препаратов.
- Назначение и технические характеристики оборудования для производства радионуклидов различного назначения.
- Методы расчета и контроля технических характеристик стартовых мишеней для накопления радионуклидов в ядерно-физических установках.
- Методы расчета и контроля технических характеристик радионуклидных источников и препаратов.

Уметь:

- Отбирать необходимые и достаточные данные для выдачи технического задания на создание аппаратно-технологической схемы изготовления радионуклидного источника и/или радионуклидного препарата.
- Эксплуатировать оборудование для изготовления стартовых мишеней для накопления радионуклидов.
- Эксплуатировать оборудования для радиохимического выделения радионуклидных препаратов.
- Контролировать качество (технические характеристики) стартовых мишеней для накопления радионуклидов в ядерно-физических установках до и после облучения.
- Контролировать качество (технические характеристики) радионуклидных источников и препаратов.

Владеть:

- Технологией изготовления стартовых мишеней для накопления радионуклидов в ядерно-физических установках.
- Технологией изготовления радионуклидных источников и радиохимической технологией выделения радионуклидных препаратов.
- Методами безопасной эксплуатации технологического оборудования для производства и выделения радионуклидных источников и препаратов.
- Методами обеспечения качества выпускаемых радионуклидных источников и препаратов.

### 3 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка <b>(B19)</b>	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик профессионального модуля для формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские курсовые проекты. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных

		исследований, исторических предположений, исторических предположений появления тех или иных открытий и теорий.
--	--	--

## 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина Б1.В.02.01 Получение и выделение радиоактивных изотопов относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений модуля Б1.В.ДВ.3 учебного плана, по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики.

### 4.1 Объем дисциплины

Общая трудоемкость (объем) Получение и выделение радиоактивных изотопов составляет 3 зачетных единиц (ЗЕТ), 108 академических часов.

Таблица 4.1 Объем дисциплины по видам учебных занятий (в соответствии с учебным планом)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. часов)	Семестр
		А
<b>Контактная работа с преподавателем</b> в том числе: – аудиторная по видам учебных занятий		
– лекции	18	18
– практические занятия	36	36
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> в том числе:	54	54
– изучение теоретического курса		
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)</b>	Экз.	Экз.
<b>Итого по дисциплине</b>	3(108)	3(108)
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	7	7

Таблица 4.2 - 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	Мишени для накопления радионуклидов	2	4	0	0	0	6	0	12	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9
2	Ядерно-физические установки для накопления радионуклидов	2	4	0	0	0	6	0	12	3-ПК-3
3	Производство радионуклидных источников	2	4	2	0	0	6	0	12	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3
4	Производство радионуклидных препаратов	10	20	5	0	0	30	0	60	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3 3-ПК-3.1, У-ПК-3.1, В-ПК-3.1
5	Обеспечение безопасности производства радионуклидов	2	4	0	0	0	6	0	12	3-ПК-3.2, У-ПК-3.2, В-ПК-3.2
	Итого	18	36	7	0	0	54	0	108	

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 4.3 - Лекционный курс

№ лекции	Номер раздела	Тема лекции	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий
1	1	Мишени для накопления радионуклидов	2	-
2	2	Ядерно-физические установки для накопления радионуклидов	2	-
3	3	Производство радионуклидных источников	2	2
4	4	Производство радионуклида Р-33	2	1
5	4	Производство радионуклида Sr-89	2	1
6	4	Производство радионуклида Ce-Pr-144	2	1
7	4	Производство радионуклида F-18	2	1
8	4	Производство радионуклида Mo-99	2	1
9	5	Обеспечение ядерной, радиационной и химической безопасности при производстве радионуклидов.	2	-
Итого:			18	7

Таблица 4.4 - Практические занятия

№ занятия	Номер раздела	Наименование практического занятия	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе в форме практической подготовки
1	1	Расчет количества и концентрации ядерных и специальных материалов для мишеней-накопителей.	2	-
2	1	Расчет времени облучения мишеней в реакторе.	2	-
3	2	Расчет массы, энергии и активности топлива ядерного реактора.	2	-
4	2	Расчет массы и активности изобары по двугорбой кривой деления.	2	-
5	3	Расчет биологической защиты радиационного источника	2	-
6	4	Расчет удельной и молярной активности Р-33.	2	-
7	4	Расчет дозы сорбента.	2	-
8	4	Калибровочный расчет активности.	2	-
9	4	Расчет массы стартового материала.	2	-
10	4	Расчет дозы Y-90.	2	-
11	4	Расчет накопления Zr-90.	2	-
12	4	Расчет активности мишени.	2	-
13	4	Расчет времени хранения радиопрепарата.	2	-
14	4	Расчет активности твэл-мишени.	2	-
15	5	Расчет класса работ с ядерными материалами.	2	-
16	5	Расчет мощности дозы от твэл-мишени.	2	-

17	5	Расчет допустимого времени работы персонала.	2	-
18	5	Расчет толщины защиты рук и тела персонала.	2	-
				-
Итого:			<b>36</b>	-

Таблица 4.5 - Лабораторные работы Учебным планом не предусмотрены

Таблица 4.6 - Самостоятельная работа студента

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид самостоятельной работы студента	Трудоемкость, часов
1	1.1	Ознакомление с технической документацией и изучение оборудования участка неактивных сборок ОРИП НИИАР.	4
	1.2	Ознакомление с технологической документацией и изучение оборудования участка изготовления мишеней из актинидов.	4
2	2.1	Изучение схемы размещения ТВС, СУЗ и облучаемых мишеней реакторов СМ, БОР, МИР, РБТ. Определение ценности разных облучательных каналов.	4
3	3.1	Ознакомление с технической документацией и изучение оборудования для изготовления радионуклидных источников из облученных изделий.	4
	3.2	Ознакомление с технической документацией и изучение оборудования для герметизации радионуклидных источников.	4
	3.3	Изучение средств и методов контроля активности радионуклидных источников.	4
4	4.1.	Ознакомление и изучение производства препаратов Р-33 в НИИАР. История создания, используемые технологии и оборудование.	4
	4.2	Ознакомление и изучение производства препаратов Sr-89 в НИИАР. История создания, используемые технологии и оборудование.	4
	4.3	Ознакомление и изучение производства препаратов F-18 в ФЦМР г. Димитровграда.	4
	4.4	Ознакомление и изучение производства препаратов Ru-106 в НИИАР. История создания, используемые технологии и оборудование.	4
	4.5	Ознакомление и изучение производства препаратов Mo-99/Tc-99m в НИИАР. История создания, используемые технологии и оборудование.	4
5	5.1	Изучение радиационных характеристик радионуклидов, производимых в ОРИП, и основных дозообразующих примесей НРБ-99/2010.	4
	5.2	Изучение планировки зданий, где проводятся радиохимические переработки облученных мишеней. Изучение способов достижения радиационной безопасности на объекте.	4
6	6.1	Написание реферата на тему «Производство препарата ХХХ»	2
ИТОГО:			<b>54</b>

Курсовые работы (проекты) по дисциплине учебным планом не предусмотрены.

## 5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе освоения дисциплины при проведении аудиторных занятий используются следующие образовательные технологии: лекции, практические занятия с использованием активных и интерактивных форм проведения занятий.

Интерактивное обучение реализуется как диалоговое обучение в ходе лекционных и практических занятий, что позволяет осуществлять взаимодействие между студентом и преподавателем, а также между самими студентами.

Достижение планируемых результатов освоения дисциплины осуществляется за счет использования следующих образовательных технологий:

Методы ИТ (Internet-ресурсов) – при применении компьютеров для использования электронных версий учебников, учебных пособий, методических указаний, журнальных статей и описания изделий фирм-производителей.

Указанная технология, когда студенту приходится воспроизводить то, что он слышал на занятиях или видел в книгах, принципиально ведет к его самообразованию и воспитанию творческой личности.

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

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

Входной контроль.

Пример

- Способы выражения концентрации веществ в растворе.
- Определение понятия РН.

Текущий контроль знаний студентов производится еженедельно на практических занятиях преподавателем, ведущим занятия по дисциплине в следующих формах:

**контрольные работы** состоят из задач, решаемых студентом самостоятельно.

Необходимо найти решение в виде технологической схемы и массо-габаритных параметров облучательных устройств, технологического оборудования для получения радиоизотопной продукции с необходимой чистотой, с допустимым уровнем потерь, без превышения допустимых выбросов в окружающую среду (атмосферу, гидросферу, литосферу), при минимальной стоимости оборудования и/или производимой продукции.

Пример типовых задач:

Составить технологическую замкнутого цикла производства препарата Р-33 без носителя из высокообогащенного материала S-33. Обеспечить технологический выход Р-33 не менее 96%, и потери дорогостоящего материала S-33 не более 0,2%, на 1 Ки Р-33. Выбросы в атмосферу и гидросферу в соответствии с требованиями НРБ-99/2009 (или нормами МАГАТЭ, стандарта США и др.). Определить все виды отходов – ОЯТ, РАО, реагентов. Определить вклад в стоимость продукции каждой их составляющей – стартовые мишени, реактор, радиохимическая переработка, упаковка и транспортировка, обезвреживание всех видов отходов.

Отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, своевременная сдача контрольных работ, умение обосновать свой выбор оборудования и технологии, критическое отношение к своему выбору и выбору сокурсников.

Промежуточный контроль по результатам семестров по дисциплине проходит в форме дифференцированного зачета, включающего в себя ответ на теоретические вопросы и решения задач.

Пример Вопросов для дифференцированного зачета:

- 1 Ядерные и химические реакции. Определения и формы записи.

2 Характеристики U-235. Химическая и радиохимическая токсичность урана. ВОУ как основной компонент ядерной медицины.

3 Способ расчета удельной активности через радиевый эквивалент.

4 Расчет энерговыделения в растворах РВ.

5 Расчет дозы облучения водных растворов, экстрагентов и ионообменных материалов.

6 Обращение с отходами производства радиоизотопной продукции.

Фонд оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, приведен в Приложении.

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 7.1 - Обеспечение дисциплины основной и дополнительной литературой по дисциплине

№ п/п	Автор	Название	Место издания	Наименование издательства	Год издания	Количество экземпляров
<b>Основная литература</b>						
1	Левин В.И.	Получение радиоактивных изотопов	Москва	Атомиздат	1972	studmed.ru
2	Брюхов С.М.	Получение и выделение радиоизотопов.	Димитровград	Электронный конспект лекций	2020	электронный ресурс ДИТИ НИЯУ МИФИ
<b>Дополнительная литература</b>						
1	Брюхов С.М.	Производство Р-33 в НИИАР	Санкт-Петербург.	Овизо	2019	proatom.ru
2	Брюхов С.М.	Молибден-99 в НИИАР	Санкт-Петербург	Овизо	2020	proatom.ru

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

Перечень рекомендуемых Интернет сайтов:

1. Википедия на русском, английском и немецком языке.
2. Страна Росатом

Таблица 7.2 – Рекомендуемые электронно-библиотечные системы

№	Наименование ресурса	Тематика
1	elib.biblioatom.ru	Радионуклидные источники и препараты
2	strana-rosatom.ru	Радионуклидные источники и препараты

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

Таблица 7.3 – Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

№	Наименование	Краткое описание
1	Windows 10 Pro	Операционная система
2	Microsoft Office	Пакет офисных приложений
3	Браузеры: Internet Explorer 10, Internet Ex-	Специальные программы для просмотра веб-



	plorer 9, Internet Explorer 8, FireFox 10, Safari 5, Google Chrome 17	страниц, поиска контента, файлов и их каталогов в Интернете
4	Антиплагиат.ВУЗ	Интернет-сервис для вузов, предназначенный для оценки степени самостоятельности письменных работ обучающихся

Таблица 7.4 – 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>

## 8 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)

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

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

- 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 29.08.2017г.;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**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:

1) .....

2) .....

*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*