

**Димитровградский инженерно-технологический институт –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
(ДИТИ НИЯУ МИФИ)

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Заместитель руководителя

Т.И. Романовская

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Радиохимия»**

**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)
5	144 (4)	17	17	34	40	Экзамен (36)
6	180 (5)	36	-	36	72	Экзамен (36)
7	108 (3)	17	34	17	40	Зачет
<b>Итого</b>	<b>432 (12)</b>	<b>70</b>	<b>51</b>	<b>87</b>	<b>152</b>	<b>72</b>

Димитровград  
2023 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	3
3 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ .....	8
4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	9
5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	14
6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ) .....	15
7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	15
8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	18
9 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	18

## 1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** освоения дисциплины: глубокое усвоение основ общей радиохимии, что необходимо для изучения специальных технологических процессов и дальнейшей практической деятельности химика-технолога.

**Задачи** освоения дисциплины:

- ознакомление с понятиями и определениями радиохимии, законами радиоактивного распада, с физико-химическими особенностями межфазного распределения радионуклидов, физико-химическими особенностями состояния и поведения радионуклидов в ультраразбавленных системах, с методами выделения и разделения радионуклидов, элементами радиационной химии;
- изучение и освоение использования закона распада для расчета активности и массы радиоактивных веществ, проведения расчетов изменения скорости счета при прохождении радиоактивного излучения через вещество;
- изучение и освоение способов выбора оптимальных методов выделения, разделения и концентрирования микрокомпонентов и применения этих методов на практике;
- изучение и освоение методик подготовки проб, содержащих радиоактивные элементы для радиометрического анализа, приобретение навыков проведения радиометрических измерений.

## 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.

**Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:**

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Естественно-научная	УКЕ-1 Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	З-УКЕ-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-УКЕ-1 уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи В-УКЕ-1 владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами

**Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
ОПК-1 Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности	З-ОПК-1 Знать: математический аппарат, физические и химические законы необходимые для решения профессиональных задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла, основные теоретические положения смежных естественнонаучных дисциплин У-ОПК-1 Уметь: определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов математических и естественнонаучных дисциплин для решения профессиональных задач, применять полученные теоретические знания и математический аппарат для самостоятельного освоения специальных разделов математики и естественнонаучных дисциплин, необходимых в профессиональной деятельности, применять знания математики и естественнонаучных дисциплин для анализа и обработки результатов химических экспериментов В-ОПК-1 Владеть: навыками использования теоретических основ базовых разделов математики и естественнонаучных дисциплин при решении задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задачи профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
<p>Разработка планов, программ и методик проведения исследований материалов и технологических процессов, являющихся объектами профессиональной деятельности;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проведение экспериментальных исследований процессов, методов и подходов в области технологии материалов современной энергетики со всеми объектами, указанными в п.3.3;</li> <li>– изучение изменения свойств материалов под действием интенсивных радиационных излучений различной природы;</li> <li>– создание теоретических моделей для прогнозирования свойств материалов современной энергетики;</li> <li>– моделирование и оптимизация производственных установок и технологических схем;</li> <li>– анализ научно-технической литературы и проведение патентного поиска;</li> <li>– составление научно-технических отчетов и аналитических обзоров литературы.</li> </ul>	<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;</p> <p>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;</p> <p>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.</p>	<p>ПК-1 Способен самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей</p>	<p>3-ПК-1 Знать: методики планирования эксперимента, стандартные методики проведения комплексных исследований в промышленных и лабораторных условиях, методики обработки и обобщения полученных результатов, методики установления адекватности и анализ исследуемой математической зависимости</p> <p>У-ПК-1 Уметь: проводить все основные промышленные и лабораторные исследования в области химической технологии материалов современной энергетики с использованием современной аппаратуры, проводить предварительную оценку методов исследований, выбирать оптимальную методику, грамотно осуществлять исследование и самостоятельно обрабатывать</p> <p>В-ПК-1 Владеть: современными тенденциями постановки и планирования эксперимента, последними научными достижениями в области проведения промышленных и лабораторных исследований с использованием новейшей аппаратуры, современными методами обработки полученных результатов и математического аппарата</p>	<p>Профессиональный стандарт «24.075. Инженер-исследователь в области разделения изотопов»</p> <p>Обобщенная трудовая функция В/01.7.</p> <p>Планирование проведения экспериментальных работ на создаваемых установках по разделению изотопов</p> <p>Профессиональный стандарт «24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий»</p> <p>Обобщенная трудовая функция 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>

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 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>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, вольфрам, редкоземельные элементы и их соединения играющие важную роль в высокотехнологичных процессах современной энергетики и 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</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»          Обобщенная трудовая функция          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>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>			
--	---	--	--	--

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

*Знать:*

- основные понятия и определения радиохимии, законы радиоактивного распада,
- виды и характеристики излучений и особенности и их регистрации и взаимодействия с веществом,
- основные физико-химические закономерности выделения и разделения радионуклидов, особенности химии актинидов и их соединений

*Уметь:*

- использовать закон радиоактивного распада для расчета активности и массы радиоактивных веществ, проведения расчетов изменения скорости счета при прохождении радиоактивного излучения через вещество.
- использовать основные закономерности при распределении радиоактивных элементов между фазами для их практического использования в процессах выделения и разделения радионуклидов, установления свойств и установления характеристик соединений радиоактивных элементов

*Владеть:*

- способами выбора оптимальных методов выделения микрокомпонентов и применения этих методов на практике,
- методиками подготовки проб, содержащих радиоактивные элементы для радиометрического анализа, приобретение навыков проведения радиометрических измерений.

### 3 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	В36 - формирование ответственности и аккуратности в работе с опасными веществами и при требованиях к нормам высокого класса чистоты;	Использование воспитательного потенциала дисциплины для формирования навыков безусловного выполнения всех норм безопасности на рабочем месте, соблюдения мер предосторожности при выполнении исследовательских и производственных задач с опасными веществами, а также в помещениях с высоким классом чистоты посредством привлечения действующих специалистов к реализации учебных дисциплин и сопровождению проводимых у студентов практических работ в этих организациях.
	В37 - формирование культуры радиационной безопасности при использовании источников ионизирующего и неионизирующего излучения	Использование воспитательного потенциала дисциплины для 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 оборудованием.



## 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина Радиохимия относится к *базовой* части профессионального модуля учебного плана по специальности 18.05.02- Химическая технология материалов современной энергетики.

### 4.1 Объем дисциплины

Общая трудоемкость (объем) Радиохимия составляет 12 зачетных единиц (ЗЕТ), 432 академических часа.

Таблица 4.1 Объём дисциплины по видам учебных занятий

Вид учебной работы	Всего, зачетных еди- ниц (акад. часов)	Семестр*		
		5	6	7
<b>Контактная работа с преподавателем</b> в том числе: – аудиторная по видам учебных занятий	<b>208</b>	<b>68</b>	<b>72</b>	<b>68</b>
– лекции	70	17	36	17
– практические занятия	51	17	-	34
– лабораторные работы	87	34	36	17
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> <b>в том числе:</b>	<b>152</b>	<b>40</b>	<b>72</b>	<b>40</b>
– изучение теоретического курса	90	20	50	20
– расчетно-графические задания, задачи	62	20	22	20
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)</b>	<b>72</b>	<b>экзамен (36)</b>	<b>экзамен (36)</b>	<b>зачет</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>432</b>	<b>144</b>	<b>180</b>	<b>108</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>10</b>

Таблица 4.2 - Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

№ раздела	Наименование раз- дела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, включая самостоя- тельную работу студентов, акад. часы								Формируе- мые инди- каторы освоения компетен- ций
		Лекции	Практические за- нятия	в том числе в фор- ме практической подготовки	Лабораторные ра- боты	в том числе в фор- ме практической подготовки	Самостоятельная работа	в том числе в фор- ме практической подготовки	Всего часов	
1	Радиоактивность	10	20	5	30	1	50	-	110	3-УКЕ-1 3-ОПК-1
2	Общая радиохи- мия	20	10	-	20	1	25	-	65	У-УКЕ-1 В-УКЕ-1
3	Химия радиоак- тивных элементов	10	-	-	20	1	52	-	82	У-ОПК-1 В-ОПК-1
4	Прикладная радиохимия	30	21	5	17	3	25	-	93	3-ПК-1 У-ПК-1 В-ПК-1 3-ПК-4 У-ПК-4 В-ПК-4
	<b>ИТОГО</b>	<b>70</b>	<b>51</b>	<b>10</b>	<b>87</b>	<b>6</b>	<b>152</b>	<b>-</b>	<b>360</b>	

## 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	Строение атома	2	-
2	1	Виды радиоактивных превращений	2	-
3	1	Законы радиоактивного распада	2	-
4	1	Взаимодействие ядерных излучений с веществом	2	-
5	1	Методы регистрации ионизирующих излучений	1	-
6	1	Статистический характер радиоактивного распада и особенности регистрации активности.	1	-
7	2	Изотопный обмен	2	-
8	2	Состояние радиоактивных изотопов в разбавленных средах	2	-
9	2	Законы поведения радиоактивных изотопов в разбавленных растворах - соосаждение с кристаллическими осадками	4	-
10	2	Законы поведения радиоактивных изотопов в разбавленных растворах - адсорбция радиоактивных изотопов	4	-
11	2	Электрохимия радиоактивных элементов	2	-
12	2	Ионный обмен	2	-
13	2	Экстракция	4	-
14	3	Естественные радиоактивные элементы	1	-
15	3	Эманации, продукты их распада	1	-
16	3	Радий	1	-
17	3	Полоний, актиний, протактиний	1	-
18	3	Торий	1	-
19	3	Уран	2	-
20	3	Трансурановые элементы – нептуний и плутоний	2	-
21	3	Трансплутониевые элементы	1	-
22	4	Метод радиоактивных индикаторов в химии	5	-
23	4	Применение радиоактивных изотопов в аналитической химии	5	-
24	4	Применение радиоактивных изотопов в физической и органической химии	5	-
25	4	Получение искусственных радиоактивных изотопов	5	-
26	4	Радионалитические методы	5	-
27	4	Источники ионизирующих излучений	5	-
<b>Итого:</b>			<b>70</b>	

Таблица 4.4 - Практические занятия

№ занятия	Номер раздела	Наименование практического занятия	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе в форме практической подготовки
1	1	Ознакомительная экскурсия по радиохимическому производству АО «ГНЦ НИИАР» (производство изотопов)	2	
2	1	Решение задач по темам «Строение атома. Энергия связи ядра. Изотопы, изобары». Тестирование.	2	
3,4	1	Виды радиоактивных превращений. Построение схем распада. Решение задач, связанных с различными видами радиоактивных превращений. Тестирование.	4	
5	1	Решение задач по теме «Закон радиоактивного распада». Распад и накопление радионуклидов. Тестирование.	2	
6	1	Решение задач по теме «Генераторы радионуклидов». Построение зависимостей активности материнских и дочерних радионуклидов от времени при различных начальных условиях. Тестирование.	2	
7	1	Коллоквиум по теме «Регистрация радиоактивных излучений» (по результатам выполнения работ лабораторного практикума). Тестирование.	2	
8	1	Коллоквиум по теме «Статистика радиоактивного распада» (по результатам выполнения работ лабораторного практикума)	2	
9	1	Решение задач по теме «Взаимодействие излучения с веществом». Расчет защиты при работе с источниками ионизирующих излучений.	2	
10	1	Ознакомительная экскурсия в реакторный исследовательский комплекс (реактор СМ)	2	
11	2	Коллоквиум и решение задач по теме «Изотопный обмен»	2	
12	2	Коллоквиум по теме «Особенности поведения радиоактивных веществ»	2	
13,14	2	Решение задач по теме «Адсорбция и сокристаллизация»	4	
15	2	Тестирование по теме «Особенности поведения радиоактивных веществ»	2	
16,17	4	Решение задач по теме «Метод радиоактивных индикаторов в химии»	4	1
18,19	4	Решение задач по теме «Применение радиоактивных изотопов в аналитической химии»	4	1
20,21	4	Решение задач по теме Применение радиоактивных изотопов в физической и органической химии	4	1
22	4	Решение задач по теме Получение искусственных радиоактивных изотопов	2	1
23	4	Решение задач по теме Радионалитические методы	2	1

24	4	Решение задач по теме Источники ионизирующих излучений	2	
25	4	Решение задач по теме Метод радиоактивных индикаторов в химии	2	1
26	4	Коллоквиум по прикладной радиохимии	1	
Итого:			<b>51</b>	<b>6</b>

Таблица 4.5 - Лабораторные работы

№ занятия	Номер раздела	Наименование лабораторной работы	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе в форме практической подготовки
1	1	Отработка приемов работы с жидкими пробами	4	1
2	1	Освоение навыков подготовок проб для измерения скорости счета с помощью счетчика Гейгера-Мюллера	2	1
3	1	Освоение навыков измерения скорости счета проб с помощью счетчика и проверка стабильности работы регистрирующей аппаратуры	2	1
4	1	Определение разрешающего время счетчика.	2	1
	1	Измерение активности с помощью счетчика Гейгера-Мюллера	2	1
5	1	Определение коэффициента регистрации прибора Связь между регистрируемой и абсолютной активностью.	2	1
	1	Определение коэффициента разведения исходного раствора.	2	1
6	1	Измерение скорости счета от объема выборки с помощью счетчика Гейгера-Мюллера	2	
7	1	Определение мертвого времени счетчика Гейгера-Мюллера	4	
8	1	Определение влияния объема пробы на скорость счета счетчика	2	
9	1	Изучение хроматографических процессов (освоение навыков работы с хроматографическими колонками)	2	
10	1	Определение периода полураспада радионуклида Тс-99m по уменьшению активности	4	
11	2	Определение обменной емкости ионообменной смолы	6	
12	2	Построение кривой элюирования Мо-99	6	
13	2	Анализ радиохимической чистоты препарата Мо-99	6	
14	2	Определение коэффициент распределения при ионообменной сорбции Мо-99 в статических условиях.	2	
15	3	Изучение изотопного обмена	6	
16	3	Хроматографическое поведение Eu-152 в колонке с катионитом	6	
17	3	Приготовление йодудерживающего сорбента	2	

18	3	Проверка йодудерживающего сорбента	2	
19	4	Изучение адсорбции иода на активированном угле	4	
20	4	Определение коэффициент распределения при ионообменной сорбции Eu-152 в статических условиях.	4	1
21	4	Определение растворимости иодида свинца в растворах иодида натрия	4	1
22	4	Определение состава и констант образованных комплексных соединений методом ионного обмена	3	1
23	4	Экстракционно-хроматографическое разделение Sr и Y	2	
24	4	Определение удельной поверхности сульфата стронция методом поверхностного изотопного обмена	2	
25	4	Изучение адсорбции на поверхности твердых тел методом радиоактивных индикаторов	2	
Итого:			<b>87</b>	<b>10</b>

Таблица 4.6 - Самостоятельная работа студента

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид самостоятельной работы студента	Трудоемкость, часов
1	1.1	Изучение темы «Строение атома»	4
	1.2	Изучение темы «Виды радиоактивных превращений»	4
	1.3	Изучение темы «Законы радиоактивного распада». Решение задач.	4
	1.4	Изучение темы «Законы радиоактивного распада» . Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к лабораторной работе №1.	4
	1.5	Изучение темы «Взаимодействие ядерных излучений с веществом» Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к лабораторной работе №2. Оформление лабораторного отчета №1	4
	1.6	Изучение темы «Методы регистрации ионизирующих излучений» Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к лабораторной работе №3. Оформление лабораторного отчета №2	4
	1.7	Изучение темы «Статистический характер радиоактивного распада и особенности регистрации активности» Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к лабораторной работе №4. Оформление лабораторного отчета №3	6
	1.8	Подготовка к экзамену за 5 семестр	10
2	2.1	Изучение темы «Изотопный обмен» Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к лабораторной работе №5. Оформление лабораторного отчета №4	6
	2.2	Изучение темы «Состояние радиоактивных изотопов в разбавленных средах» Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к лабораторной работе №6. Оформление лабораторного отчета №5	6
	2.3	Изучение темы «Законы поведения радиоактивных изото-	6

		пов в разбавленных растворах - соосаждение с кристаллическими осадками» Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к лабораторной работе №7. Оформление лабораторного отчета №6	
	2.4	Изучение темы «Законы поведения радиоактивных изотопов в разбавленных растворах - адсорбция радиоактивных изотопов» Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к лабораторной работе №8. Оформление лабораторного отчета №7	6
	2.5	Подготовка к лабораторной работе №9. Оформление лабораторного отчета №8.	6
	2.6	Подготовка к лабораторной работе №10. Оформление лабораторного отчета №9	6
	2.7	Изучение темы Электрохимия радиоактивных элементов Подготовка к лабораторной работе	6
	2.8	Изучение темы Ионный обмен Подготовка к лабораторной работе . Оформление лабораторного отчета	6
	2.9	Изучение темы Экстракция Подготовка к лабораторной работе . Оформление лабораторного отчета	6
	2.10	Изучение темы Естественные радиоактивные элементы Подготовка к лабораторной работе . Оформление лабораторного отчета	6
	2.11	Изучение темы Эманации, продукты их распада Подготовка к лабораторной работе . Оформление лабораторного отчета	6
	2.12	Подготовка к экзамену за 6 семестр	6
3	3.1	Изучение темы Радий Подготовка к лабораторной работе . Оформление лабораторного отчета	4
	3.2	Изучение темы Полоний, актиний, протактиний Подготовка к лабораторной работе. Оформление лабораторного отчета	4
	3.3	Изучение темы Торий Подготовка к лабораторной работе. Оформление лабораторного отчета	4
	3.4	Изучение темы Уран Подготовка к лабораторной работе. Оформление лабораторного отчета	4
	3.5	Изучение темы Трансурановые элементы – нептуний и плутоний Подготовка к лабораторной работе. Оформление лабораторного отчета	6
	3.6	Изучение темы Получение искусственных радиоактивных изотопов Подготовка к лабораторной работе. Оформление лабораторного отчета	6
	3.7	Изучение темы Источники ионизирующих излучений Подготовка к лабораторной работе. Оформление лабораторного отчета	6
	3.8	Подготовка к зачету	6
<b>ИТОГО:</b>			<b>152</b>

## 5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

*Указываются образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы и дающие наиболее эффективные результаты освоения дисциплины (рекомендации по организации и технологиям обучения для преподавателя приведены в Приложении А).*

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.

Индивидуализация обучения – за счет выдачи индивидуальных домашних заданий в форме расчетно-графических работ.

Указанная технология, когда студенту не 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 И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)**

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

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

- тестирование;
- письменные индивидуальные домашние задания;
- выполнение лабораторных работ;
- защита лабораторных работ;
- контрольные работы;
- коллоквиумы.

Отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, своевременная сдача тестов, отчетов по лабораторным работам и индивидуальных заданий.

Промежуточный контроль производится 3 раза в семестр в следующих формах:

- тестирование;
- контрольные работы.

Итоговый контроль по результатам семестров по дисциплине проходит в форме письменного экзамена, включающего в себя ответ на теоретические вопросы и решения задач.

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	Алиев Р.А., Калмыков С.Н.	Радиоактивность	Санкт-Петербург, Москва, Краснодар	Лань	2013	Электронная книга
2	Бекман И.Н.	Радиохимия. Том 1. Фундаментальная радиохимия.	Москва	Юрайт	2014	Электронная книга
3	Хала И., Навратил Дж.	Радиоактивность, ионизирующее излучение и ядерная энергетика	Москва	ЛКИ	2013	Электронная книга
4	Абрамов А.А., Бадун Г.А.	Методическое руководство к курсу «Основы радиохимии и радиоэкологии»	Москва-Баку			Электронная книга
5	Афанасов М.И., Абрамов А.А., Бердонос С.С.	Основы радиохимии и радиоэкологии. Сборник задач	Москва	МГУ	2012	Электронная книга
<b>Дополнительная литература</b>						
1	Несмеянов Ан.Н.	Радиохимия	Москва	Химия	1978	Электронная книга
2	Старик И.Е.	Основы радиохимии	Ленинград	Наука	1969	Электронная книга
3	Герфорт Л., Кох Г.	Практикум по радиохимии	Москва	Издательство иностранной литературы	1963	Электронная книга
4	Под ред. Лукьянова В.Б.	Радиоактивные индикаторы в химии. Основы метода	Москва	Высшая школа	1985	Электронная книга
5	Лукьянов В.Б., Бердонос С.С., Богатырев И.О., Заборенко К.Б., Иофа Б.З.	Радиоактивные индикаторы в химии. Проведение эксперимента и обработка результатов.	Москва	Высшая школа	1977	Электронная книга
6	Коллектив авторов под ред. В.Ю.Баранова	Изотопы: получение, свойства, применение в 2 томах	Москва	Физматлит	2005	Электронная книга
7	Келлер К.	Химия трансуранных элементов	Москва	Атомиздат	1976	Электронная книга
8	Тельдеш Ю., Браун Т., Кирш М.	Анализ методом изотопного разбавления	Москва	Атомиздат	1975	Электронная книга



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

Таблица 7.2 – Рекомендуемые электронно-библиотечные системы

№	Наименование ресурса	Тематика
	Электронная библиотека «Книгафонд» <a href="http://www.knigafund.ru">www.knigafund.ru</a>	Естественно-научная
	Электронная библиотека учебных материалов по химии ChemNet химического факультета МГУ им М.В. Ломоносова <a href="http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/welcome.html">http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/welcome.html</a>	Химия
	Ресурс «Ядерная физика в интернете» МГУ: <a href="http://nuclphys.sinp.msu.ru">nuclphys.sinp.msu.ru</a>	Физика
	Международная база данных научных статей и публикаций: <a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a>	
	Центр информационно-библиотечного обеспечения учебно-научной деятельности НИЯУ МИФИ: <a href="http://www.library.mephi.ru">http://www.library.mephi.ru</a>	
	Научная электронная библиотека: <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	Химия
	Электронно-библиотечная система IQiib: <a href="http://www.iqlib.ru">http://www.iqlib.ru</a>	Химия
	<a href="http://www.xumuk.ru">http://www.xumuk.ru</a> Сайт о химии	Химия
	<a href="https://chemnavigator.borda.ru/">https://chemnavigator.borda.ru/</a> Химический портал	Химия
	<a href="http://www.Chem.msu.ru/rus/teaching/welcome.html">http://www.Chem.msu.ru/rus/teaching/welcome.html</a> - Учебные материалы Химического ф-та МГУ	Химия
	<a href="http://www/Htf.ustu.ru/tos/cafedra_6.htm">http://www/Htf.ustu.ru/tos/cafedra_6.htm</a>	Химия
	<a href="http://www/Xim-spravka.org">http://www/Xim-spravka.org</a>	Химия
	<a href="http://www/Chemi.org.ru/html/index171.php">http://www/Chemi.org.ru/html/index171.php</a>	Химия
	<a href="http://www/Chemport.ru">http://www/Chemport.ru</a> : радиохимия	Химия

Таблица 7.2 – Рекомендуемые электронно-библиотечные системы

№	Наименование ресурса	Тематика
1	ЭБС НИЯУ МИФИ <a href="http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21CO M=F&amp;I21DBN=BOOK&amp;P21DBN=BOOK">http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21CO M=F&amp;I21DBN=BOOK&amp;P21DBN=BOOK</a>	
2	ЭБС «Айбукс» <a href="http://ibooks.ru/">http://ibooks.ru/</a>	
3	ЭБС «Лань» <a href="http://www.e.lanbook.com">www.e.lanbook.com</a>	
4	ЭБС «Юрайт» <a href="http://www.biblio-online.ru/">http://www.biblio-online.ru/</a>	

## 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	Мобильное приложение МАГАТЭ «Isotope Browser». В свободном доступе для установки на смартфоны и компьютеры <a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=iaea.nds.nuclides&amp;hl=ru&amp;gl=US">https://play.google.com/store/apps/details?id=iaea.nds.nuclides&amp;hl=ru&amp;gl=US</a>	Ядерно-физические константы и характеристики всех известных изотопов всех элементов

Таблица 7.4 – Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование	Тематика	Электронный адрес
1	Международная база данных научных статей и публикаций	Научные статьи	<a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a>
2	Научная электронная библиотека России	Научные статьи	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
3	База данных ВИНТИ РАН	Естественно-научная	<a href="http://www2.viniti.ru.-">http://www2.viniti.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)
1	Учебная аудитория для проведения учебных занятий №204 посадочных мест — 20; площадь 53,47 кв.м.; специализированная мебель: Учебная доска – 1 шт., стол студенческий – 11 шт., стулья – 26 шт., стол библиотечный – 8 шт., шкаф двухстворчатый – 1 шт., шкаф книжный – 1 шт., трибуна настольная – 1 шт., Технические средства обучения: Проектор – 1 шт., Экран – 1 шт., колонки -1 пара	433507, Ульяновская область, г. Димитровград, ул. Куйбышева 294, корпус 3
2	Посадочных мест-26;площадь-40кв.м.;Специализированная мебель:-учебная доска-1 шт..стол преподавательский-1 шт.,стол студенческий-13,стулья -26 шт. Технические средства обучения:Шкаф вытяжной лабораторный-1шт.;стол-мойка лабор.-1 шт.;шкаф для хим.реактивов -2 шт;стол антивибрационный СВ-8,;универсальный дозиметр-радиометр МКС-АТ1315, Альфа спектрометр МКС-01А»Мультирад-АС»;гамма-бета спектрометр МКС-АТ 1315;дозаторы; весы аналитические ANG 200; центрифуга Uniyersal	433510 Ульяновская область, г. Димитровград, Западное шоссе д. 9, промплощадка №1 АО «ГНЦ НИИАР», режимная территория на горячей части здания 120, помещение 306 для работы студентов с радиоактивными материалами <b>Договор №228/20-43 о практической подготовке обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет» от 29 декабря 2020г.</b>

## 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 оснащённости 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