

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

«Радиохимическая переработка ОЯТ»

Специальность	<u>18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики</u>
Квалификация выпускника	<u>Инженер</u>
Специализация	<u>Химическая технология материалов ядерного топливного цикла</u>
Форма обучения	<u>очная</u>
Выпускающая кафедра	<u>Кафедра радиохимии</u>
Кафедра-разработчик рабочей программы	<u>Кафедра радиохимии</u>

Семестр	Трудоемкость час. (ЗЕТ)	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет/кр)
9	144(4)	17	17	74	Экзамен
10	144(4)	18	18	90	Экзамен
Итого	288(8)	35	35	164	

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

Доцент кафедры радиохимии,

к.х.н.

(должность, ученое звание, степень)


(подпись)

А.А. Лизин
(Ф.И.О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры

протокол № 6 от

радиохимии
25.03.2021г.

Зав. кафедрой-разработчика

«25» 03 2021г.


(подпись)

А.А. Лизин
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:

И.о. зав. выпускающей кафедрой

«01» 04 2021г.


(подпись)


А.А. Лизин
(Ф.И.О.)

Руководитель ООП,

Лизин А.А., к.х.н.,

и.о. зав. кафедрой радиохимии

«01» 04 2021г.


(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	17
6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ).....	19
7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	24
8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	26
9 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	27

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: освоение основных технологических операций радиохимических технологий переработки облученного ядерного топлива.

Задачи освоения дисциплины:

1. Формирование у студентов системного подхода и знаний по технологии переработки облученного ядерного горючего с целью возврата делящихся материалов в ядерный топливный цикл.
2. Изучение существующих, внедряемых и разрабатываемых в России и основных ядерных державах подходы к переработке ОЯТ и обращению с РАО.
3. Изучение требований нормативной и юридической документации, опыта применения технологических схем, аппаратное оформление и его особенности.
4. Освоение роли переработки ОЯТ и безопасного обращения с РАО в решении экологических, социально-экологических и природоохранных проблем общества ядерной энергетики.

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.

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
ОПК-2 Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование в профессиональной и научно-исследовательской деятельности	З-ОПК-2 Знать: современное технологическое и аналитическое оборудование применяемое в атомной отрасли, способы его использования при проведении научных исследований У-ОПК-2 Уметь: обоснованно выбирать технологическое и аналитическое оборудование для решения задач своей профессиональной деятельности; уметь анализировать полученные результаты научных исследований В-ОПК-2 Владеть: навыками работы на современном технологическом и аналитическом оборудовании и проведения с его использованием научных исследований

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: организационно-управленческий				
<p>Организация работы коллектива в условиях действующего производства и обеспечение бесперебойного осуществления технологического процесса; – осуществление технического контроля в производстве материалов современной энергетики; - управление технологически ми процессами извлечения, концентрирования и очистки объектов профессиональной деятельности, – разработка мероприятий по экономии сырья и энергетических ресурсов; – проведение технико-экономического анализа производства; – организация и проведение обучения персонала – организация обеспечения радиационной безопасности и реабилитации территорий, связанные с исполь-</p>	<p>Персонал производственных участков промышленных предприятий ядерного топливного цикла, горнорудного дивизиона, химико-технологических предприятий и производств, научно-исследовательских институтов и заводских лабораторий, проектно-исследовательских организаций осуществляющих производство, а также научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки следующих материалов и их соединений: - цирконий, уран, плутоний и другие трансураниевые 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</p>	<p>ПК-6 Способен к оценке последствий принимаемых организационно-управленческих решений и их оптимизации</p>	<p>З-ПК-6 Знать: структуру предприятия и факторы её определяющие, варианты организации деятельности предприятия У-ПК-6 Уметь: оценивать последствия принимаемых организационно-управленческих решений В-ПК-6 Владеть: навыками оптимизации организационно-управленческих решений.</p>	<p>Профессиональный стандарт «24.075. Инженер-исследователь в области разделения изотопов» Обобщенная трудовая функция С.7. Управление экспериментальными работами и персоналом установок по разделению изотопов 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 деятельно-</p>

зованием ядерных объектов.	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; Персонал эксплуатирующий оборудование, приборы и использующий методы обеспечения аналитического контроля проведения этих процессов в лабораторных и промышленных условиях. Персонал, осуществляющий технологические процессы изготовления ядерного топлива и ядерных материалов, обращения с ОЯТ и РАО.			стью подчиненного персонала по их выполнению
Тип задачи профессиональной деятельности: проектный				
Разработка новых технологических схем, расчет технологических параметров, расчет и выбор оборудования; Разработка процессов, аппаратов, систем управления в составе технологий выделения редких, рассеянных, радиоактивных элементов, наработки изотопов, переработки ОЯТ, облученных мишеней, обращения с РАО различных видов. Анализ и оценка альтернативных вариантов технологической схемы и ее	Цирконий, уран, плутоний и другие трансураниевые 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 со-	ПК-8 Способен разрабатывать новые технологические схемы на основе результатов научно-исследовательских работ	З-ПК-8 Знать: принципы разработки новых технологических схем на основе результатов научно-исследовательских работ У-ПК-8 Уметь: разрабатывать новые технологические схемы на основе результатов научно-исследовательских работ В-ПК-8 Владеть: необходимыми знаниями при разработке новых технологических схем на основе результатов научно-исследовательских работ	Профессиональный стандарт «24.075. Инженер-исследователь в области разделения изотопов» Обобщенная трудовая функция В.7. Проектирование, разработка и совершенствование технологических процессов, отдельных узлов и установок по разделению изотопов, проведение исследований и испытаний Профессиональный стандарт «24.078.

<p>отдельных узлов и аппаратов; Разработка исходных данных для проектирования новых технологических процессов и оборудования, авторский надзор за процессом проектирования.</p>	<p>зданные 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>Специалист в области ядерно-энергетических технологий В/02.7. Обобщение результатов, проводимых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с целью выработка предложений по разработке новых и усовершенствованию действующих ядерно-энергетических технологий</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 аппаратную схемы процессов предприятий ядерного топливного цикла с учетом существующего международного и</p>	<p>Профессиональный стандарт «24.075. Инженер-исследователь в области разделения изотопов» Обобщенная трудовая функция В.7. Проектирование, разработка и совершенствование технологических процессов, отдельных узлов и установок по разделению изотопов, проведение исследований</p>

			<p>национального ядерного законодательства В-ПК-9 Владеть: приемами выполнения чертежей аппаратурных схем технологических процессов с использованием современных CAD- программ</p>	<p>и испытаний</p> <p>Профессиональный стандарт «24.078. Специалист- исследователь в области ядерно- энергетических технологий»</p> <p>Обобщенная трудовая функция</p> <p>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</p>	<p>Цирконий, уран, плутоний и другие трансураниевые элементы, радиоактивные элементы естественного происхождения и продукты, образовавшиеся в ядерных реакторах и при облучении мишеней на ускорителях – в виде</p>	<p>ПК-3.1 Способен осуществлять разработку и проектирование технологических</p>	<p>З-ПК-3.1 Знать методическую и нормативную базу в области проектирования и проведения научно- ис-</p>	<p>Профессиональный стандарт «24.078. Специалист- исследователь в области ядерно- энергетиче-</p>

<p>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>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 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>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>следовательских 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</p> <p>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), выделе-</p>	<p>ских технологий»</p> <p>Обобщенная трудовая функция</p> <p>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>ния 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 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</p>	
--	--	--	--	--

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- принципы создания замкнутого ядерного топливного цикла,
- возможные способы переработки ОЯТ (воднохимические – ПУРЭКС процесс, пирохимические, перспективные и др.),
- основные стадии, недостатки и преимущества, возможные пути совершенствования применяемых способов переработки

Уметь:

- выбрать способ переработки различных видов ОЯТ
- предусмотреть минимизацию рисков, осуществлять руководство практической работой отделения радиохимического предприятия

Владеть:

- методами безопасного проведения, контроля, усовершенствования и разработки технологических процессов переработки облучённого ядерного топлива
- методами оценки накопления продуктов распада и трансурановых соединений в различных видах топлива в зависимости от времени облучения

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, соблюдении 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.
Экологическое воспитание	В 9 формирование бережного отношения к природе и окружающей среде	Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного и общепрофессионального модулей: - развитие экологической культуры через учебные задания исследовательского характера, подготовку рефератов, докладов, презентаций, эссе, научно-образовательных проектов экологической направленности; - содействие развитию экологического мышления через изучение последствий влияния человека на окружающую среду.

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина Радиохимическая переработка ОЯТ 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) Радиохимическая переработка ОЯТ составляет 8 зачетных единиц (ЗЕТ), 288 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	
		9	10
Контактная работа с преподавателем в том числе: – аудиторная по видам учебных занятий	70	34	36
– лекции	35	17	18
– практические занятия	35	17	18
Самостоятельная работа обучающихся в том числе:	164	74	90
– изучение теоретического курса	40	20	20
– расчетно-графические задания, задачи	124	54	70
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	54	36	18
Итого по дисциплине	288	144	144
в том числе в форме практической подготовки	6	3	3

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					Формируемые индикаторы освоения компетенций
		Лекции	Практические занятия	в том числе в форме практической подготовки	Самостоятельная работа	Всего часов	
1	Обращение с ОЯТ. Перевозка и хранение ОЯТ. Разделка ОЯТ. Высокотемпературная обработка ОЯТ	8	8	2	30	46	3-ОПК-1; У-ОПК-1 В-ОПК-1 3-ПК-6; У-ПК-6; В-ПК-6 3-ПК-3.1 У-ПК-3.1 В-ПК-3.1
2	Водно-экстракционная переработка. PUREX процесс	12	12	2	70	94	3-ОПК-2; У-ОПК-2 В-ОПК-2 3-ПК-3.1 У-ПК-3.1 В-ПК-3.1
3	Неводные методы переработки	6	6	1	40	52	3-ПК-8; У-ПК-8; В-ПК-8; 3-ПК-9;

							У-ПК-9; В-ПК-9 З-ПК-3.1 У-ПК-3.1 В-ПК-3.1
4	Технологии переработки радиоактивных отходов.	9	9	1	24	42	З-ПК-8; У-ПК-8; В-ПК-8; З-ПК-3.1 У-ПК-3.1 В-ПК-3.1
Итого:		35	35	6	164	234	

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	Ядерные топливные циклы. Основные характеристики ОЯТ.	2	1
2	1	Вклад различных видов топлива в энергобаланс. Понятие о затратах на получение энергии. Цепная ядерная реакция и образующиеся продукты деления.	2	1
3	1	Основные топливные циклы Глубина выгорания Коэффициент воспроизводства и его роль в замыкании топливного цикла Радиационные характеристики ОЯТ и дозопределяющие нуклиды Остаточное энерговыделение ОЯТ Радиотоксичность ОЯТ	2	1
4	1	Разделка топлива. Механические методы снятия оболочек Термические методы снятия оболочек Снятие оболочки жидким цинком. Опыт разработки установки ХРУСТ. Волоксияция, OREOX и Aigox процесс. Растворение топлива	2	1
5	2	Экстракция. Способы проведения и основные положения. Экстракция нейтральными экстрагентами Экстрагенты с донорным атомом азота и серы Экстракция эфирами и кетонами. Экстракция фосфорорганическими экстрагентами Экстракция трибутилфосфатом Экстракция органическими кислотами и их солями	2	1
6	2	Классический PUREX процесс. Очистка и выделение урана, плутония и нептуния. Восстановление плутония. Урановая ветвь. Перевод уранилнитрата в окислы. Плутониевая ветвь	2	1
7	2	Получение диоксида плутония Выделение и очистка нептуния. Способы проведения экстракции. Аппаратура экстракционных процессов. Смесители-отстойники. Пульсационные колонны. Центробежные экстракторы	2	1
8	2	Точки роста PUREX процесса. Схема переработки ОЯТ на ОДЦ. Упрощенный PUREX процесс	2	1

		GANEX процесс. EURO-GANEX процесс UREX процесс. TRUEX процесс. DIAMEX процесс		
9	2	SANEX процесс. Объединение DIAMEX-SANEX EXAm процесс Понятия о реактивах CHON. Особенности переработки МОКС ОЯТ. Очистка от циркония Очистка от рутения. COEX TM процесс NEXT процесс. Экстракция в ториевом топливном цикле	2	1
10	2	TALSPEAK процесс. Прямая и обратная версия TALSPEAK. Реализация TALSPEAK в АО «ГНЦ НИИАР». TRUSPEAK процесс i-SANEX процесс	2	1
11	3	Неводные методы в ядерной энергетике. Пирохимия в ЗЯТЦ. DUPIC процесс. Процессы переплава с флюсом. Высокотемпературная жидкостная экстракция Методы переработки ОЯТ в щелочно-карбонатных растворах. КАРБЭКС-процесс. КАРБОФТОРЭКС-процесс. Плазменная сепарация ОЯТ	2	1
12	3	Дмитровградский сухой процесс (DDP). Основы процесса DDP. Стадийность DDP. Порядок и назначение электролизов в DDP. Вариативность DDP. Осаждение в DDP. Аппаратное обеспечение DDP. Обработка осадков различного происхождения Газофторидная технология переработки ОЯТ Установки ФРЕГАТ. Опыт Японии в газофторидной технологии. Переработка ОЯТ в среде сжиженных газов или сверхкритических флюидов	2	1
13	3	Электрорафинирование на примере схемы KAERI Электрорафинирование на примере схемы IGCAR Инертные и реакционноспособные катоды – причины различий. Жидкометаллические катоды. Восстановление оксидного топлива Опыт ANL и INL. Переработка топлива EBR-II Эксперимент с топливом METAPHIX Пирохимические варианты в схеме проекта ПРОРЫВ. Обращение с отработанной солью	2	1
14	4	Структура накопленных в России РАО. Типы установок по переработке РАО. Установки ионного обмена и сорбции. Установки сжигания. Стратегия обращения с РАО в РФ. Приоритеты в обращении с РАО. Направления работ по РАО. Обращение с ОЯТ и РАО в АО «ГНЦ НИИАР». Опытно – промышленный подземного захоронения ЖРО Базовые принципы и национальные системы обращения с радиоактивными отходами. Стадии обращения с радиоактивными отходами Источники радиоактивных отходов и системы их классификации. Классификация радиоактивных отходов в России. Классификация радиоактивных отходов в Соединенных Штатах Америки Классификация радиоактивных отходов во Франции.	2	1
15	4	Радиационная эквивалентность. Радиационно-миграционная эквивалентность. Геологическое захоронение ОЯТ и РАО. Захоронение РАО	2	1

		Матрицы для захоронения РАО.		
16	4	Сбор, сортировка и первичная характеристика радиоактивных отходов. Газообразные РАО. Водные радиоактивные отходы. Жидкие органические радиоактивные отходы. Требования к хранилищам. Классификатор и упаковочные средства для первичных форм отходов.	2	1
17	4	Особенности радиоактивных отходов. Гомогенная и гетерогенная трансмутация минорных актинидов Жидкосолевого реактора и ADS как перспективные установки для трансмутации. Переработка высокоактивных отходов. Упаривание ВАО. Проблемы и варианты. Отверждение ВАО. Остекловывание: в России и во Франции. Разрабатываемые установки отверждения ВАО в ПРК. SYNROC-технология Переработка жидких среднеактивных отходов Разрабатываемые установки упаривания САО в ПРК.	2	1
18	4	Битумирование. Цементирование. Отработка процессов обращения с отходами процессов дезактивации. Переработка жидких низкоактивных отходов Переработка газообразных РАО. Удаление трития Удаление аэрозолей и пыли. Обращение с фильтрами.	1	1
Итого:			35	18

Таблица 4.4 - Практические занятия

№ занятия	Номер раздела	Наименование практического занятия	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе в форме практической подготовки
1	1	Практическое занятие «Ядерные топливные циклы. Основные характеристики ОЯТ».	2	-
2	1	Расчет затрат на получение энергии. Цепная ядерная реакция и образующиеся продукты деления.	2	1
3	1	Расчет коэффициентов воспроизводства и его роль в замыкании топливного цикла	2	-
4	1	Технологические расчеты Механические методы снятия оболочек Термические методы снятия оболочек Снятие оболочки жидким цинком. Растворение топлива	2	1
5	2	Решение задач по экстракции	2	
6	2	Расчет процесса PUREX процесс. Очистка и выделение урана, плутония и нептуния. Восстановление плутония. Урановая ветвь. Перевод уранилнитрата в окислы. Плутониевая ветвь	2	1
7	2	Расчет аппаратов проведения экстракции	2	
8	2	Эскизирование схемы переработки ОЯТ на ОДЦ.	2	1
9	2	Расчет коэффициентов очистки. Очистка от циркония и рутения	2	
10	2	Расчет экстракционных процессов в TALSPEAK	2	

11	3	Неводные методы в ядерной энергетике. Пирохимия в ЗЯТЦ. DUPIC процесс и его эскизирование	2	1
12	3	Димитровградский сухой процесс (DDP). Основные расчеты технологических операций	2	
13	3	Электрорафинирование и его расчеты	2	
14	4	Структура накопленных в России РАО. Расчеты накопления РАО в разных техпроцессах переработки ОЯТ	2	
15	4	Радиационная эквивалентность. Радиационно-миграционная эквивалентность. Геологическое захоронение ОЯТ и РАО. Захоронение РАО. Матрицы для захоронения РАО. Расчет условий хранения и захоронения РАО	2	1
16	4	Сбор, сортировка и первичная характеристика радиоактивных отходов. Основные требования к типам РАО и НП с характеристиками РАО	2	
17	4	Особенности радиоактивных отходов. Гомогенная и гетерогенная трансмутация минорных актинидов Жидкосолевого реактор и ADS как перспективные установки для трансмутации. Переработка высокоактивных отходов. Упаривание ВАО. Проблемы и варианты. Расчет аппаратов	2	
18	4	Битумирование. Цементирование. Отработка процессов обращения с отходами процессов дезактивации. Переработка жидких низкоактивных отходов. Расчет аппаратов Переработка газообразных РАО. Удаление трития, расчет улавливания газообразных ПД	1	
Итого:			35	6

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	Роль атомной энергетике. История освоение атомной энергии.	2
	1.2	Первый ядерный реактор в Чикаго. Промышленные реакторы США. Первый ядерный реактор в СССР. Становление ядерной промышленности в СССР.	10
	1.3	Принципы обращения с ОЯТ и РАО. Накопленные объемы ОЯТ и темп его наработки. Структура обращения с ОЯТ в России. Характеристики топлива Российских энергетических реакторов. Мокрое хранение ОЯТ Обращение с дефектным и нетиповым ОЯТ Контейнеры и транспортно-упаковочные комплекты.	10
	1.4	Опыт разработки установки ХРУСТ. Волокисидация, ORE-OX и Airox процесс. Растворение топлива	8
2	2.1	Экстракция нейтральными экстрагентами Экстрагенты с донорным атомом азота и серы Экстракция эфирами и кетонами. Экстракция фосфорорганическими экстрагентами Экстракция трибутилфосфатом	10

		Экстракция органическими кислотами и их солями	
	2.2	Классический PUREX процесс. Очистка и выделение урана, плутония и нептуния. Восстановление плутония. Урановая ветвь. Перевод уранилнитрата в окислы. Плутониевая ветвь	10
	2.3	Аппаратура экстракционных процессов. Смесители-отстойники. Пульсационные колонны. Центробежные экстракторы	10
	2.4	GANEX процесс. EURO-GANEX процесс UREX процесс. TRUEX процесс. DIAMEX процесс	10
	2.5	SANEX процесс. Объединение DIAMEX-SANEX EXAm процесс	10
	2.6	Реализация TALSPEAK в АО «ГНЦ НИИАР».	10
	2.7	Методы переработки ОЯТ в щелочно-карбонатных растворах. КАРБЭКС-процесс. КАРБОФТОРЭКС-процесс. Плазменная сепарация ОЯТ	10
3	3.1	Димитровградский сухой процесс (DDP). Обработка осадков различного происхождения Газофторидная технология переработки ОЯТ Установки ФРЕГАТ. Опыт Японии в газофторидной технологии.	20
	3.2	Электрорафинирование на примере схемы KAERI Электрорафинирование на примере схемы IGCAR	20
4	4.1	Опытно – промышленный подземного захоронения ЖРО Базовые принципы и национальные системы обращения с радиоактивными отходами. Стадии обращения с радиоактивными отходами Источники радиоактивных отходов и системы их классификации. Классификация радиоактивных отходов в России. Классификация радиоактивных отходов в Соединенных Штатах Америки Классификация радиоактивных отходов во Франции.	6
	4.2	Радиационная эквивалентность. Радиационно-миграционная эквивалентность. Геологическое захоронение ОЯТ и РАО. Захоронение РАО Матрицы для захоронения РАО.	4
	4.3	Классификатор и упаковочные средства для первичных форм отходов.	2
	4.4	Особенности радиоактивных отходов. Гомогенная и гетерогенная трансмутация минорных актинидов Переработка высокоактивных отходов. Упаривание ВАО. Проблемы и варианты. Отверждение ВАО. Остекловывание: в России и во Франции. Разрабатываемые установки отверждения ВАО в ПРК. SYNROC-технология	6
	4.5	Битумирование. Цементирование. Отработка процессов обращения с отходами процессов дезактивации. Переработка жидких низкоактивных отходов.	6
ИТОГО:			164

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

1. ЛЕКЦИЯ, мастер-класс (Лк, МК) – передача учебной информации от преподавателя к студентам, как правило, с использованием компьютерных и технических средств, направленная в

основном на приобретение студентами новых теоретических и фактических знаний. Наиболее распространенные виды (формы) организации учебного процесса для достижения определенных результатов обучения и компетенций:

Информационная лекция.

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

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

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

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

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

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

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

Типы практических занятий, используемых при изучении дисциплины:

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

Основные виды образовательных технологий

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- тестирование;
- контрольные работы;
- практические занятия

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.

Некоторые типы практических занятий:

1. Кейс-метод

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

2. Тренинг

Специальная систематическая тренировка, обучение по заранее отработанной методике, сконцентрированной на формировании и совершенствовании ограниченного набора конкретных компетенций.

3. Конкурс профессионального мастерства

4. Занятия с применением затрудняющих условий (временные ограничения; внезапные запрещения на использование определенных методик, механизмов и т.п.; информационная недостаточность; метод абсурда, заключающийся в предложении решить заведомо невыполнимую профессиональную задачу).

5. Методы группового решения творческих задач:

а) метод Дельфи

Помогает выбрать из предлагаемой серии альтернативных вариантов лучший: от членов группы требуется дать оценку каждого варианта в определенной последовательности.

б) Метод дневников

Участники решения проблемы записывают появившиеся в определенный период времени (неделя и т.п.) идеи – с последующим коллективным их обсуждением.

в) Метод 6–6

Не менее шести членов группы в течение шести минут формулируют идеи решения проблемы. Каждый участник записывает свои соображения на определенном листе. После этого проводится обсуждение всех подготовленных списков, отсеиваются явно ошибочные решения, остальные группируются по определенным признакам. Задача – отобрать несколько наиболее важных вариантов (их количество должно быть меньше количества участников дискуссии).

г) Метод развивающейся кооперации

Для него характерна постановка задач, которые трудно выполнить в индивидуальном порядке и для которых нужна кооперация, объединение учащихся с распределением внутренних ролей в группе. Для решения проблемы, данной преподавателем, создаются группы учащихся из 6–8 человек. «Группа формируется так, чтобы в ней был «лидер», «генератор идей», «функционар», «оппонент», «исследователь». Смена лидера происходит через каждые два-три практических занятия, что стимулирует развитие организаторских способностей у студентов. Творческие группы могут быть постоянными и временными. Они подвижны, т.е. студентам разрешается переходить из одной группы в другую, общаться с членами других групп. После того, как каждая группа предложит свой вариант решения, начинается дискуссия, в ходе которой группы через своих представителей должны доказать истинность своего варианта решения. При этом учащиеся должны проявить эрудицию, логические, риторические навыки и т.п. Если имеющихся знаний у учащихся недостаточно, преподаватель прерывает дискуссию и дает нужную информацию в лекционной форме.

б. Мозговой штурм

Наиболее свободная форма дискуссии, позволяющей быстро включить в работу всех членов учебной группы. Используется там, где требуется генерация разнообразных идей, их отбор и критическая оценка. Этапы продуцирования идей и их анализа намеренно разделены: во время выдвижения идей запрещается их критика. Внешне одобряются и принимаются все высказанные идеи. Больше ценится количество выдвинутых идей, чем их качество. Идеи могут высказываться без обоснования.

7. Деловые игры: имитационные, операционные, ролевые.

Это метод, предполагающий создание нескольких команд, которые соревнуются друг с другом в решении той или иной задачи. Например, команды могут изображать банки, конкурирующие в области кредитования населения, или политические партии, стремящиеся во время выборов в парламент приобрести наибольшее количество голосов избирателей. Деловая игра требует не только знаний и навыков, но и умения работать в команде, находить выход из неординарных ситуаций и т.д. разыгрывание ролей.

8. Проектирование.

Метод проектов – это совокупность учебно-познавательных приемов, которые позволяют решить ту или иную проблему в результате самостоятельных действий учащихся с обязательной презентацией этих результатов.

В работе над проектом предполагаются следующие этапы:

1. подготовка. Определение темы и целей проекта.

2. Планирование.

Определение источников информации; определение способов её сбора и анализа. Определение способа представления результатов (формы отчёта). Установление процедур и критериев оценки результата и процесса разработки проекта. Распределение заданий и обязанностей между членами команды.

3. Исследование.

Сбор информации. Решение промежуточных задач. Основные инструменты: интервью, опросы, наблюдения, эксперименты.

4. Анализ и обобщение.

Анализ информации, оформление результатов, формулировка выводов.

5. Представление проекта.

Возможные формы представления результатов: устный, письменный отчёт.

6. Подведение итогов.

Оценка результатов и самого процесса проектной деятельности учащего

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

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

Примеры тестирования

Тест №1

1. Жесткое излучение в ториевом топливном цикле обусловлено:

- a) ^{233}U
- b) ^{239}Pu
- c) ^{208}Tl
- d) ^{14}C
- e) T
- f) ^{208}Pb .

2. Концепция радиационной эквивалентности подразумевает:

- a) Усреднение доз, полученных персоналом АЭС
- b) Усреднение дозовой нагрузки на население, для сглаживания неравномерности воздействия АЭС на территории
- c) Стремление к установлению равновесия между радиоактивностью извлеченной урановой руды и захороненными РАО
- d) Пересчет энергии излучения, поглощенной органом или тканью человека на единицу его массы с учетом вида излучения и органа
- e) Нейтронный баланс активной зоны, при котором в ОЯТ образуются продукты деления в соотношении, сближающем активности отдельных элементов
- f) Унификация датчиков активности различных видов для учета различия в радиационной защите и биологического действия на персонал

3. Из какого изотопа в реакторе накапливается ^{239}Pu :

- a) ^{232}Th
- b) ^{235}U
- c) ^{238}U
- d) ^{233}U
- e) ^{237}Np
- f) ^{244}Cm

4. Радиотоксичность представляет собой:

- a) Количество ОЯТ, при введении которого в организм за 30 суток погибает 50% испытуемых
- b) Количество воды, в которой нужно растворить данное количество ОЯТ так, чтобы вода осталась пригодной для купания и промышленных целей
- c) Эквивалентную дозу изотопа, при получении которой за счет внутреннего облучения за 30 суток погибает 50% испытуемых
- d) Сокращение жизни человека за счет нерадиационного воздействия изотопа
- e) Количество воды, в которой нужно растворить данное количество ОЯТ так, чтобы вода осталась пригодной для питья
- f) Совокупность критериев воздействия изотопа на человека и окружающую среду в течении 10 периодов его полураспада

5. Переработкой ОЯТ занимаются:

- a) Индия, Япония, Швеция, Австралия, Россия, Франция
- b) Индия, Япония, Англия, Россия, Франция
- c) Россия, Франция, США
- d) Япония, Англия, Россия, Франция, США, Испания
- e) Индия, Китай, Корея, Россия
- f) Франция, Россия, Китай, Индия, ЮАР, США

6. В уран-плутоний-ториевом цикле количество плутония в системе:

- a) Возрастает пропорционально энерговыработке
- b) Возрастает пропорционально установленной мощности
- c) Поддерживается на стационарном уровне
- d) Убывает до заданного значения
- e) Не зависит от типа цикла
- f) Убывает за счет использования плутония в военных целях

7. Чем выше выгорание и ниже выдержка топлива тем:

- a) Выше энерговыделение и сложнее переработка

- b) Ниже фон от сборки и тоньше стенка контейнера
- c) Больше требуется добавлять этилового спирта в бассейн выдержки
- d) Проще найти покупателя на такое ОЯТ
- e) Глубже бассейн для обеспечения физической защиты
- f) Меньше накопилось плутония и продуктов деления

8. В каком режиме работает ЯТЦ для военных целей:

- a) В режиме поддержания уровня Pu
- b) В режиме открытого цикла
- c) В режиме однократного рециклирования
- d) В режиме замкнутого цикла
- e) В режиме строгой экономии
- f) В строгом соблюдении режима нераспространения

9. Что такое «деградация изотопного состава плутония»

- a) Выражение не имеет смысла:
- b) Изменение изотопного состава плутония во время хранения за счет распада
- c) Намеренное смешивание плутония с поглотителями нейтронов
- d) Накопление четных изотопов плутония за счет захвата нейтронов
- e) Накопление четных изотопов плутония за счет бета-распада
- f) Снижение реактивности плутония после его изотопного разделения

10. Расположите реакторы в порядке их запуска:

- a) X-10
- b) Ф-1
- c) Y-12
- d) Chicago Pile-1
- e) A-1
- f) AM-1

Примеры контрольных работ

Контрольная работа №1

Задача №1

2 балла

Вам выдано задание определить содержание стронция в пробе исходного раствора ОЯТ. Измерения дозы показывают, что на рабочем месте перед перчаточным боксом мощность дозы составляет 83 мкЗв/час. Вы оцениваете трудоемкость анализа в 3 часа 25 минут. Какую долю пробы вы можете взять в работу? Учтите, что разведение и транспортные операции займут у вас 18 минут.

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
Основная литература						
1	Карелин В. А., Страшко А. Н.	Технология переработки облученного ядерного топлива	Томск	Томский политехнический университет	2018	[Электронный ресурс] ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/113205
Дополнительная литература						
1	Давиденко Н.Н., Куценко К.В., Тихомиров Г.В., Лаврухин А.А.	Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами в атомной энергетике	Москва	МИФИ	2007	[Электронный ресурс] Библиотека НИЯУ МИФИ http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?P21DBN=BOOK&I21DBN=BOOK_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=67638
2	Скачек, М. А.	Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС: учебное пособие для вузов	Москва	Издательский дом МЭИ	2017	[Электронный ресурс] ЭБС «Консультант студента» https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012048.html
3	Пронкин, Н.С.	Обеспечение безопасности обращения с радиоактивными отходами предприятий ядерного топливного цикла : учеб. пособие	Москва	Логос	2017	[Электронный ресурс] ЭБС «Консультант студента» https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987045992.html
4	Алиев, Р. А.	Радиоактивность [Текст]: учебное пособие / Р. А. Алиев, С.Н. Калмыков.	Санкт-Петербург	Лань	2013	3 экз.
5	Алиев Р.А., Калмыков С.Н.	Радиоактивность	Санкт-Петербург, Москва, Краснодар	Лань	2013	3 экз.

6	Бекман И.Н.	Радиохимия. В 2 Т. Том 1. Фундаментальная радиохимия. Учебник и практикум	Москва	Юрайт	2014	5 экз.
7	Бекман И.Н.	Радиохимия. В 2 Т. Т.2 Прикладная радиохимия и радиационная безопасность: Учебник и практикум	Москва	Юрайт	2014	5 экз.
8	Пучкова Е. В.	Ядерная химия. Избранные главы	Москва	Лань	2021	[Электронный ресурс] ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/169818

7.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень рекомендуемых Интернет сайтов:

1. Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом» <http://www.rosatom.ru>
2. Научный портал "Атомная энергия 2.0" <http://www.atomic-energy.ru>
3. Международное агентство по атомной энергии <https://www.iaea.org/ru>

Таблица 7.2 – Рекомендуемые электронно-библиотечные системы

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

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 Explorer 9, Internet Explorer 8, FireFox 10, Safari 5, Google Chrome 17	Специальные программы для просмотра веб-страниц, поиска контента, файлов и их каталогов в Интернете
4	Антиплагиат.ВУЗ	Интернет-сервис для вузов, предназначенный для оценки степени самостоятельности письменных работ обучающихся
5	Мобильное приложение МАГАТЭ «Isotope Browser». В свободном доступе для установки на смартфоны и компьютеры https://play.google.com/store/apps/details?id=iaea.nds.nuclides&hl=ru&gl=US	Свободно распространяемое приложение для компьютера и смартфона, содержащее ядерно-физические константы и ядерные свойства 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	http://www.sciencedirect.com
2	Научная электронная библиотека России	Научные статьи	http://elibrary.ru
3	База данных ВИНИТИ РАН	Естественно-научная	http://www2.viniti.ru.-

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	Посадочных мест-26; площадь-40 кв.м.; Специализированная мебель: учебная доска-1 шт.; стол преподавательский-1 шт.; стол студенческий-13; стулья -26 шт. Технические средства обучения: Шкаф вытяжной лабораторный-1 шт.; 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-АТ1315; дозаторы; весы аналитические ANG 200; центрифуга Universal	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 Договор №228/20-43а о практической подготовке обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет» от 29 декабря 2020г.

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