

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)**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Заместитель руководителя

Т.И. Романовская

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Технология основных материалов современной энергетики»**

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)
7	5	34	34		95	экзамен
8	2	18	18		36	Зачет, курсовая работа
<b>Итого</b>	<b>7</b>	<b>52</b>	<b>52</b>		<b>131</b>	

Димитровград  
2023 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	3
3 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ .....	12
4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	12
5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	18
6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ) .....	19
7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	19
8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	22
9 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ .....	22

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

**Цель** освоения дисциплины: детальное рассмотрение химико-технологических процессов химического выделения и химического передела компонентов ядерных и реакторных материалов, освоение основ современной ядерной энергетики.

**Задачи** освоения дисциплины:

- усвоение важнейших определений и понятий химической технологии и изготовления материалов ядерной техники и реакторных материалов;
- практическое знакомство с химико-технологическими основами, процессами и аппаратами химического передела основных материалов современной ядерной энергетики;
- освоение теоретических основ ядерной энергетики;
- освоение способов и методов переработки материалов 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.

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

*(Из соответствующего УП с учетом подходящего уровня квалификации из Профстандарта, например):*

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
<b>Тип задачи профессиональной деятельности: проектный</b>				
<p>Разработка новых технологических схем, расчет технологических параметров, расчет и выбор оборудования;</p> <p>Разработка процессов, аппаратов, систем управления в составе технологий выделения редких, рассеянных, радиоактивных элементов, наработки изотопов, переработки ОЯТ, облученных мишеней, обращения с РАО различных видов.</p>	<p>Цирконий, уран, плутоний и другие трансураниновые элементы, радиоактивные элементы естественного происхождения и продукты, образовавшиеся в ядерных реакторах и при облучении мишеней на ускорителях – в виде руд, концентратов и вторичного сырья, а также процессы обращения с ними, выделения и аффинажа целевых продуктов; Рассеянные элементы: цезий, рубидий, таллий, галлий, индий, скандий, германий, а также редкие элементы: литий, бериллий, ванадий, титан, молибден, редкоземельные элементы и их соединения играющие важную роль в высокотехнологичных процессах современной экономики. Природное и техногенное сырье, содержащее изотопы легких элементов, в том числе лития, бериллия, бора, углерода и их соединений –включая приведение их в состояние, требуемое для атомной промышленности; Специально созданные мишени для накопления целевых изотопов, а также попутное извлечение ценных изотопов в ходе технологических процессов;</p>	<p>ПК-8 Способен разрабатывать новые технологические схемы на основе результатов научно-исследовательских работ</p>	<p>З-ПК-8 Знать: принципы разработки новых технологических схем на основе результатов научно-исследовательских работ</p> <p>У-ПК-8 Уметь: разрабатывать новые технологические схемы на основе результатов научно-исследовательских работ</p> <p>В-ПК-8 Владеть: необходимыми знаниями при разработке новых технологических схем на основе результатов научно-исследовательских работ</p>	<p>Профессиональный стандарт «24.075. Инженер- исследователь в области разделения изотопов» В.7.</p> <p>Проектирование, разработка и совершенствование технологических процессов, отдельных узлов и установок по разделению изотопов, проведение исследований и испытаний</p> <p>Профессиональный стандарт «24.078. Специалист- исследователь в области ядерно-энергетических технологий» 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>Анализ и оценка вариантов технологической схемы и ее отдельных узлов и аппаратов; Разработка исходных данных для проектирования новых технологических процессов и оборудования, авторский надзор за процессом проектирования.</p>	<p>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>Тип задачи профессиональной деятельности: проектный</p>				
<p>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</p>	<p>Цирконий, уран, плутоний и другие трансурановые элементы, радиоактивные элементы естественного происхождения и продукты, образовавшиеся в ядерных реакторах и при облучении мишеней на ускорителях – в виде руд, концентратов и вторичного сырья, а также процессы обращения с ними, выделения и аффинажа целевых продуктов; Рассеянные элементы: цезий, рубидий, таллий, галлий, индий, скандий, германий, а также редкие элементы: литий, бериллий, ванадий, титан, молибден, редкоземельные элементы и их соединения играющие важную роль в высокотехнологичных процессах современной экономики. Природное и техногенное сырье, содержащее изотопы легких элементов, в том числе лития, бериллия, бора, углерода и их соединений –включая приведение их в состояние, требуемое для атомной промышленности;</p>	<p>ПК-8 Способен разрабатывать новые технологические схемы на основе результатов научно-исследовательских работ</p>	<p>3-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</p>	<p>Профессиональный стандарт «24.075. Инженер- исследователь в области разделения изотопов» В.7. Проектирование, разработка и совершенствование технологических процессов, отдельных узлов и установок по разделению изотопов, проведение исследований и испытаний Профессиональный стандарт «24.078. Специалист- исследователь в области ядерно-энергетических технологий»  В/02.7. Обобщение результатов,</p>

<p>мишеней, обращения с РАО различных видов. Анализ и оценка альтернативных вариантов технологической схемы и ее отдельных узлов и аппаратов; Разработка исходных данных для проектирования новых технологических процессов и оборудования, авторский надзор за процессом проектирования.</p>	<p>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>проводимых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с целью выработка предложений по разработке новых и усовершенствованию действующих ядерно-энергетических технологий</p>
---	---	--	--	---

<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 экс-</p>	<p>Цирконий, уран, плутоний и другие трансурановые элементы, радиоактивные элементы естественного происхождения и продукты, образовавшиеся в ядерных реакторах и при облучении мишеней на ускорителях – в виде руд, концентратов и вторичного сырья, а также процессы обращения с ними, выделения и аффинажа целевых продуктов; Рассеянные элементы: цезий, рубидий, таллий, галлий, индий, скандий, германий, а также редкие элементы: литий, бериллий, ванадий, титан, молибден, редкоземельные элементы и их соединения играющие важную роль в высокотехнологичных процессах современной экономики. Природное и техногенное сырье, содержащее изотопы легких элементов, в том числе лития, бериллия, бора, углерода и их соединений –включая приведение их в состояние, требуемое для атомной промышленности; Специально созданные мишени для накопления целевых изотопов, а также попутное извлечение ценных изотопов в ходе технологических процессов; Технологические процессы извлечения, концентрирования и очистки указанных выше объектов, оборудование и 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>ПК-4 Способен анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию</p>	<p>З-ПК-4 Знать: способности анализа технологических процессов и выявления его недостатков У-ПК-4 Уметь: анализировать технологический процесс, выявлять разрабатывать мероприятия по совершенствованию В-ПК-4 Владеть: навыками разработки мероприятий по совершенствованию технологического процесса</p>	<p>Профессиональный стандарт «24.078. Специалист- исследователь в области ядерно- энергетических технологий» В.7. Выработка направлений прикладных научно- исследовательских и опытно- конструкторских работ по совершенствованию ядерно- энергетических технологий и руководство деятельностью подчиненного персонала по их выполнению</p>
---	---	--	--	---

<p>платацию 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>ПК-3.1 Способен осуществлять разработку проектирование технологических процессов и оборудования для извлечения материалов ядерного топливного цикла (ЯТЦ) природного и технологического сырья, переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ), радиоактивных отходов (РАО), выделения радиоизотопов и их применения</p>	<p>З-ПК-3.1 Знать методическую и нормативную базу в области проектирования и проведения научно-исследовательских работ в области технологических процессов и оборудования для извлечения материалов ядерного топливного цикла (ЯТЦ) атомной энергетики из природного и технологического сырья, переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ), радиоактивных отходов (РАО), выделения радиоизотопов и их применения У-ПК-3.1 Уметь формулировать цели и задачи проектирования и использования технологической аппаратуры технологических процессов и оборудования для извлечения материалов ядерно-</p>	<p>Профессиональный стандарт «24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий» В.7. Выработка направлений прикладных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по совершенствованию ядерно-энергетических технологий и руководство деятельностью подчиненного персонала по их выполнению</p>
---	--	--	---	--



			<p>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>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 ядерного топливного цикла (ЯТЦ) атомной энергетики из природного и технологического сырья, переработки отработавшего ядерного</p>	
--	--	--	--	--

			топлива (ОЯТ), радиоактивных отходов (РАО), выделения радиоизотопов и их применения	
Тип задачи профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Разработка планов, программ и методик проведения исследований материалов и технологических процессов, являющихся объектами профессиональной деятельности проведение экспериментальных исследований процессов, методов и подходов в области технологии материалов современной энергетики со всеми объектами; изучение изменения свойств материалов под действием интенсивных радиационных излучений различной природы;	Цирконий, уран, плутоний и другие трансуранные элементы, радиоактивные элементы естественного происхождения и продукты, образовавшиеся в ядерных реакторах и при облучении мишеней на ускорителях – в виде руд, концентратов и вторичного сырья, а также процессы обращения с ними, выделения и аффинажа целевых продуктов; Рассеянные элементы: цезий, рубидий, таллий, галлий, индий, скандий, германий, а также редкие элементы: литий, бериллий, ванадий, титан, молибден, редкоземельные элементы и их соединения играющие важную роль в высокотехнологичных процессах современной экономики. Природное и техногенное сырье, содержащее изотопы легких элементов, в том числе лития, бериллия, бора, углерода и их соединений –включая приведение их в состояние, требуемое для атомной промышленности; Специально созданные мишени для накопления целевых изотопов, а также попутное извлечение ценных изотопов в ходе технологических процессов; Технологические процессы извлечения, концентрирования и очистки указанных выше объектов, оборудование и системы контроля для их осуществления; Оборудование, приборы и методы обеспечения	ПК-3.2 Способен обеспечить безопасное проведение работ с использованием радиоактивных веществ, проводить радиометрические измерения, использовать современное аналитическое оборудование при проведении научных исследований и корректно обрабатывать эксперименталь-	З-ПК-3.2 Знать современные методы и методики проведения исследований и технические характеристики используемого научного оборудования, методы обработки, обобщения и анализа полученных экспериментальных данных при работе с радиоактивными и ядерными материалами. У-ПК-3.2 Уметь выбирать, использовать и разрабатывать методы исследований для решения фундаментальных и прикладных задач при работе с Радиоактивными и ядерными материалами	Профессиональный стандарт «24.075. Инженер- исследователь в области разделения изотопов» /01.7. Планирование проведения экспериментальных работ на создаваемых установках по разделению изотопов  Профессиональный стандарт «24.078. Специалист- исследователь в области ядерно- энергетических технологий»  В/01.7. Руководство и управление деятельностью персонала и обеспечение безопасного проведения научно-исследовательских и опытно- конструкторских работ

<p>-создание теоретических моделей для прогнозирования свойств материалов современной энергетики; моделирование и оптимизация производственных установок и технологических схем;</p> <p>– анализ научно-технической литературы и проведение патентного поиска;</p> <p>– составление научно-технических отчетов и аналитических обзоров литературы</p>	<p>аналитического контроля проведения этих процессов в лабораторных и промышленных условиях; Технологические процессы обращения с ОЯТ и РАО, получения и выделения радионуклидов ; Методы обеспечения радиационной безопасности и реабилитации территорий, связанные с использованием ядерных объектов</p>	<p>ные данные</p>	<p>В-ПК-3.2 Владеть информационной компетентностью, методами и методиками обработки результатов НИР при работе с радиоактивными и ядерными материалами, правильно оформляет отчеты, обзоры, публикации и заявки на результаты интеллектуальной деятельности</p>	
---	--	-------------------	---	--

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

*Знать:*

- технические и технологические принципы преобразования ядерной энергии,
- условия эксплуатации ядерных энергетических установок и требования, предъявляемые к материалам ядерных энергетических установок и технологических комплексов ЯТЦ,
- методы инженерных расчетов химических процессов и аппаратов, включая радиационные и ядерно-опасные,
- методы и средства контроля и обеспечения безопасности технологии

*Уметь:*

- проводить общехимические, термодинамические расчеты процессов,
- расчеты материального и теплового баланса процессов, основных аппаратов химической технологии
- прогнозировать поглощенные дозы, оценивать радиационную обстановку,
- оценивать эффективность мероприятий по защите от ионизирующих излучений, оптимизировать выбор материала по комплексу ядерно-физических, технических, экономических и природоохранных критериев...

*Владеть:*

- навыками эскизирования узлов и деталей и отдельных типовых аппаратов химической технологии, технологических и аппаратурно-технологических схем химических процессов и технологий

### 3 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	<b>В36</b> 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.
	<b>В37</b> 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 Технология основных материалов современной энергетики относится к *вариативной* части профессионального модуля учебного плана по специальности 18.05.02- Химическая технология материалов современной энергетики.

#### 4.1 Объем дисциплины

Общая трудоемкость (объем) Технология основных материалов современной энергетики составляет 7 зачетных единиц (ЗЕТ), 252 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*	
		78	8
<b>Контактная работа с преподавателем</b> в том числе: – аудиторная по видам учебных занятий	<b>104</b>	<b>68</b>	<b>36</b>
– лекции	52	34	18
– практические занятия	52	34	18
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> <b>в том числе:</b>	<b>131</b>	<b>95</b>	<b>36</b>
– изучение теоретического курса	30	20	10
– расчетно-графические задания, задачи	21	25	6
– реферат, эссе			
– подготовка курсового проекта	70	50	20
– .....			
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)</b>	17	17	
<b>Итого по дисциплине</b>			
<b>в том числе в форме практической подготовки</b> <i>(при наличии)</i>	9	5	4

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	Лабораторные работы	в том числе в форме практической подготовки	Самостоятельная работа	в том числе в форме практической подготовки	Всего часов	
1	Элементы теории ядерных реакторов	24	20	1			30	1	74	ЗПК-3.1 УПК-3.1 В ПК 3.1 ЗПК-4 УПК-4 В ПК 4
2	Классификация ядерных реакторов	8	8	1			10		26	ЗПК-4 УПК-4 В ПК 4
3	Ядерные топливные циклы	2	2				15		19	ЗПК-4 УПК-4 В ПК 4
4	Работа над курсовым проектом		4				50	2	54	ЗПК-3.1 УПК-3.1 В ПК 3.1 ЗПК-3.2 УПК-3.2 В ПК 3.2

										ЗПК-4 УПК-4 В ПК 4 ЗПК-8 УПК-8 В ПК 8
5	Материалы поглотителей и замедлителей	9	9	2			18		36	ЗПК-3.1 УПК-3.1 В ПК 3.1 ЗПК-3.2 УПК-3.2 В ПК 3.2 ЗПК-8 УПК-8 В ПК 8
6	Технологии выделения и разделения материалов активной зоны ядерных реакторов	9	9	1			18	1	36	ЗПК-3.1 УПК-3.1 В ПК 3.1 ЗПК-3.2 УПК-3.2 В ПК 3.2

#### 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
1-6	1	Управляемый цепной процесс деления атомных ядер, распределение энергии деления, мгновенные и запаздывающие нейтроны. Замедление и диффузия нейтронов, время жизни нейтронов. Кинетика и регулирование ядерного реактора (ЯР), реактивность реактора. Реакторы-конвертеры и реакторы-размножители. Коэффициент конверсии и коэффициент воспроизводства. Требования к материалам установок топливного цикла.	12	6
7-9	1	Тепловыделение и отвод теплоты в ЯР. Коэффициент использования мощности (КИМ). Реакторы на тепловых нейтронах: основные элементы конструкции (активная зона, система охлаждения, защитная оболочка, системы регулирования и система безопасности), гомогенная и гетерогенная активные зоны.	6	2
10-12	1	Термоядерный синтез. Условия протекания термоядерных реакций. Виды и установки термоядерного синтеза. Новые способы удержания плазмы (мюонный катализ, лазерный	6	2

		термояд0		
13, 14	2	Классификация ЯР: по назначению (энергетические и ТЭЦ, транспортные, исследовательские, материаловедческие, размножители и т.п.); по конструкции АЗ (корпусные, бассейновые, канальные).	4	2
15	2	Реакторы на тепловых нейтронах □ водородные реакторы: легководные реакторы: с водой под давлением и кипящие, тяжеловодные реакторы; реакторы с графитовым замедлителем (с водяным и газовым охлаждением).	2	2
16	2	Реакторы на быстрых нейтронах - основные элементы и особенности работы. Транспортные реакторы	2	2
17	3	Открытый и закрытый ядерные топливные циклы (ЯТЦ), схемы движения ядерного топлива. Переработка отработавшего топлива и повторное использование делящихся материалов, рециклинг плутония, торий-урановый топливный цикл. Требования к материалам установок топливного цикла.	2	2
18,19	5	Делящиеся материалы, поглощающие материалы, теплоносители, замедляющие материалы, конструкционные материалы: условия эксплуатации в ЯР различного типа (температурная и радиационная нагрузки, давление, сочетание с материалами конструкций), ядерно-физические и химические требования. Взаимодействие излучений с реакторными материалами.	4	2
20	5	Технологии выделения бериллия и его соединений	2	2
21, 22	5	Технологии выделения бора и разделения его изотопов	3	2
23	6	Технологии выделения циркония и гафния и их соединений	3	2
24	6	Технологии разделения циркония и гафния	2	2
25	6	Технологии выделения редкоземельных элементов и их соединений	1	1
25	6	Технологии разделения редкоземельных элементов	1	1
	6	Технологии выделения лития и его соединений	2	1
Итого:			52	31

Таблица 4.4 - Практические занятия

Приводится перечень занятий семинарского типа, их краткое содержание, объем или делается запись: «учебным планом не предусмотрены».

№ занятия	Номер раздела	Наименование практического занятия	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе в форме практической подготовки
1-5	1	Критическая масса. Обращение нейтронов в активной зоне бесконечного размера (формула четырех сомножителей). Коэффициент размножения для конечной активной зоны. Влияние отражателя на критичность АЗ.	10	
6-10	1	Решение задач на расчеты ядерной энергии, выделившейся при ядерном делении	10	1
11	2	Кинетика ЯР - мгновенные и запаздывающие нейтроны, время жизни нейтронов в АЗ, баланс нейтронов и реактивность реактора, расчет мощности реактора.	2	
12	2	Решение задач на расчеты энергетических эффектов при ядерных превращениях	2	1
13,14	2	Накопление продуктов деления, трансурановые элементы. Оравление реактора: ксеноновая «яма» и самариевый «провал».	4	
15	3	Топливные циклы: коэффициент воспроизводства и коэффициент конверсии.	2	
16, 17	2	Работа над курсовым проектом- доклады о ходе выполнения работ, обсуждение результатов	4	
18,19	5	Решение задач по расчету технологических процессов выделения бериллия и его соединений	4	1
20, 21, 22	5	Решение задач по расчету технологических процессов выделения бора и разделения его изотопов	5	1
22, 23	6	Решение задач по расчету технологических процессов выделения циркония и гафния и их соединений	2	
24	6	Решение задач по расчету технологических процессов разделения циркония и гафния	2	1
25	6	Решение задач по расчету технологических процессов выделения редкоземельных элементов и их соединений	2	
26	6	Решение задач по расчету технологических процессов технологий разделения редкоземельных элементов	3	
<b>Итого:</b>			<b>52</b>	<b>5</b>

Таблица 4.5 - Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрены».



Таблица 4.6 - Самостоятельная работа студента

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид самостоятельной работы студента	Трудоемкость, часов
1	1.1	Термоядерные реакторы. Реакции синтеза. Основные схемы преобразования энергии синтеза в электрическую: установки с магнитным типа «токамак» и «стелларатор». Подготовка к собеседованию.	6
	1.2	Решение домашних задач на расчеты ядерной энергии, выделившейся при ядерном делении	5
	1.3	Проработка теоретического материала по блоку «Элементы теории ядерных реакторов». Подготовка к расширенному тесту	4
2	2.1	Радионуклидные генераторы энергии. Термоэлектрические генераторы и атомные батареи. Материалы топливные и конструкционные. Подготовка к собеседованию. Выполнение домашних заданий.	4
	2.2	Проработка теоретического материала по блоку «Классификация ядерных реакторов». Подготовка к расширенному тесту	4
	2.3	Решение домашних задач на расчеты энергетических эффектов при ядерных превращениях	4
3	3.1	Современное состояние атомной энергетики в мире, Европе и России. Сравнительный анализ ЭУ (АЭС, ТЭС, ГЭС и возобновляемые источники энергии): затраты на производство энергии, воздействие на природу, побочные эффекты. Подготовка к коллоквиуму.	4
	3.2	Проработка теоретического материала по блоку «Ядерные топливные циклы» Подготовка к расширенному тесту	4
4	4.1	Работа над курсовым проектом	50
1-3		Подготовка к экзамену	10
5	5.1	Решение задач по расчету технологических процессов выделения бериллия и его соединений	2
	5.2	Решение задач по расчету технологических процессов выделения бора и разделения его изотопов	2
6	6.1	Решение задач по расчету технологических процессов выделения циркония и гафния и их соединений	2
	6.2	Решение задач по расчету технологических процессов разделения циркония и гафния	2
	6.3	Решение задач по расчету технологических процессов выделения редкоземельных элементов и их соединений	2
	6.4	Решение задач по расчету технологических процессов технологий разделения редкоземельных элементов	2
4	4.2	Оформление курсового проекта	20
1-6		Подготовка к зачету	4
<b>ИТОГО:</b>			<b>131</b>

**Курсовые работы (проекты) по дисциплине (при наличии в учебном плане)**

Указывается тематика курсовых работ (проектов) по дисциплине, трудоемкость выполнения в часах.

1) Получение UO<sub>2</sub> в реакторе с кипящим слоем

ПР= 5 тонн/год, Выход годного продукта 0,92, безвозвратные потери 2%

- 2) Получение тетрафторида урана сухим способом  
ПР= 6 тонн/год, Выход годного продукта 0,73, безвозвратные потери 2%
  - 3) Получение тетрафторида урана мокрым способом  
ПР= 4,5 тонн/год, Выход годного продукта 0,86, безвозвратные потери 3%
  - 4) Получение диоксида урана из соединений урана (VI)  
ПР= 6 тонн/год, Выход годного продукта 0,94, безвозвратные потери 3,5%
  - 5) Получение гексафторида урана фторированием соединений урана  
ПР= 8 тонн/год, Выход годного продукта 0,89, безвозвратные потери 2,5%
  - 6) Получение химического концентрата урана методом кислотного выщелачивания  
ПР= 30 тонн/год, Выход годного продукта 0,68, безвозвратные потери 5%
  - 7) Переработка кварцевой руды с получением раствора урана сорбционным методом  
ПР= 10 тонн/год, Выход годного продукта 0,89, безвозвратные потери 2,5%
  - 8) Получение оксида тория (IV)  
ПР= 4 тонн/год, Выход годного продукта 0,86, безвозвратные потери 4%
  - 9) Экстракционное извлечение урана из сернокислых растворов  
ПР= 15 тонн/год, Выход годного продукта 0,89, безвозвратные потери 3,7%
  - 10) Получение ториевого концентрата из ториевых руд  
ПР= 3 тонн/год, Выход годного продукта 0,79, безвозвратные потери 8%
  - 11) Карбонатное выщелачивание урана из урановых руд  
ПР= 35 тонн/год, Выход годного продукта 0,89, безвозвратные потери 2,5%
  - 12) Получение тяжелой воды реакторной чистоты  
ПР= 35 тонн/год, Выход годного продукта 0,86, безвозвратные потери 4%
  - 13) Сорбционная очистка гексафторида урана от технеция  
ПР= 15 тонн/год, Выход годного продукта 0,86, безвозвратные потери 3,6%
  - 14) Ректификационное отделение урана от раствора плавиковой кислоты  
ПР= 25 тонн/год, Выход годного продукта 0,95, безвозвратные потери 3%
  - 15) Получение изотопно-обогащенного бора  
ПР= 0,5 тонн/год, Выход годного продукта 0,87, безвозвратные потери 3%
  - 16) Получение карбида бора  
ПР= 0,8 тонн/год, Выход годного продукта 0,91, безвозвратные потери 2,5%
  - 17) Получение бериллия  
ПР= 6 тонн/год, Выход годного продукта 0,87, безвозвратные потери 3,7%
- Трудоемкость выполнения каждой курсовой работы 70 часов*

## 5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины «Технология основных материалов в современной энергетике и основы радиационной безопасности» используются различные методы обучения:

**Лекции:** традиционная информационная лекция, проблемная лекция, лекция-беседа, лекция-консультация, лекции с использованием слайд-презентаций.

Для контроля усвоения студентами разделов данного курса проводятся беседы во время чтения лекции, предлагаются проблемные задания, используются компьютерные и технические средства для улучшения восприятия изучаемого материала, для приобретения студентами новых теоретических и фактических знаний.

**Практические занятия:** семинар, коллоквиум, решение задач.

На практических занятиях проводится обсуждение наиболее важных и трудных разделов дисциплины, проверка и обсуждение индивидуальных домашних заданий, итогов выполнения контрольных работ, заслушивание и обсуждение рефератов, решение расчётных задач.

Самостоятельная работа студентов подразумевает проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы, подготовку индивидуальных домашних заданий, подготовку к контрольным работам, для выполнения которых необходимо использовать не только ра-

боту с предлагаемой литературой, но и поиск по базам данных химических соединений, работу в электронных библиотеках.

## **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**

*(Указывается перечень внутривузовской и внешней литературы. В качестве внутривузовской литературы должны быть указаны: электронный конспект, методические указания к лабораторным работам и т.д.).*

*В перечень основной литературы включаются издания, имеющиеся в фондах библиотеки ДИТИ НИЯУ МИФИ (в электронно-библиотечной системе и (или) библиотеке ДИТИ НИЯУ МИФИ).*

*Если издания в электронно-библиотечных системах отсутствуют, то имеющиеся в книжном фонде библиотеки ДИТИ НИЯУ МИФИ издания должны быть в наличии не менее 50 экземпляров каждого из изданий основной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин, на 100 обучающихся и не менее 25 экземпляров дополнительной литературы на 100 обучающихся.*

*Список дополнительной литературы может включать следующие типы изданий: учебники; учебные пособия; справочно-библиографическую литературу: отраслевые энциклопедии, отраслевые справочники (по профилю образовательной программы), отраслевые словари (по профилю образовательной программы), библиографические пособия; научную литературу. Список периодических изданий должен включать перечень необходимых журналов по профилю дисциплины, имеющихся в библиотеке.*

***В обязательном порядке следует указывать ссылки на ресурсы электронных библиотечных систем, доступных для использования в ДИТИ НИЯУ МИФИ!***

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	Г. Я. Ягодин, О. А. Синегрибова, А. М. Чекмарёв	Технология редких металлов в атомной технике. Под ред. профессора Б. В. Громова	Москва	Атомиздат	1974	Электронная книга
2	С.С. Коровин, В. И. Букин, П.И. Фёдоров, А.М. Резник	Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология в 3 томах.	Москва	МИСИС	2003	Электронная книга
3	Под редакцией В. Ю. Баранова	Изотопы: свойства, получение, применение в 2 томах	Москва	ФИЗМАТЛИТ	2005	Электронная книга
<b>Дополнительная литература</b>						
1	Ма Б.М.	Материалы ядерных – энергетических установок: Пер. с англ.	Москва	Энергоатомиздат	1987	[Электронный ресурс] ЭБС «Книгофонд» <a href="http://www.knigafund.ru">http://www.knigafund.ru</a>
2	Копырин А.А., Карелин А.И., Карелин В.А.	Технология производства и радиохимической переработки ядерного топлива: Учеб. Пособие для вузов	Москва	ЗАО «Издательство Атомэнергиздат»	2006	[Электронный ресурс] ЭБС «Книгофонд» <a href="http://www.knigafund.ru">http://www.knigafund.ru</a>
3	Камерон И.	Ядерные реакторы: Пер. с англ.	Москва	Энергоатомиздат	1987	[Электронный ресурс] ЭБС «Книгофонд» <a href="http://www.knigafund.ru">http://www.knigafund.ru</a>
4	Под редакцией Ю. И. Дытнерского	Основные процессы и аппараты химической технологии	Москва	Химия	1991	Электронная книга
		Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009).	Москва	Минздрав России	2009	[Электронный ресурс] ЭБС «Книгофонд» <a href="http://www.knigafund.ru">http://www.knigafund.ru</a>

## 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> : <a href="#">радиохимия</a>	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	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 ВИНИТИ 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., три- буна 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 оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

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

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

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1) .....

2) .....

*или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год*

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры

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

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий выпускающей кафедрой \_\_\_\_\_

наименование кафедры      личная подпись      расшифровка подписи      дата

Руководитель ООП,

ученая степень, должность \_\_\_\_\_

личная подпись      расшифровка подписи      дата