

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«___» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1161816	Процессы и аппаратное оформление радиохимических производств

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Машины и аппараты химических и атомных производств	Код ОП 1. 18.04.02/33.02
Направление подготовки 1. Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	Код направления и уровня подготовки 1. 18.04.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Хомяков Анатолий Павлович	доктор технических наук, старший научный сотрудник	Заведующий кафедрой	машин и аппаратов химических производств

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Процессы и аппаратурное оформление радиохимических производств

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль относится к вариативной части образовательной программы, является обязательным для освоения по траектории ГОП1 «Машины и аппараты атомных производств». Модуль включает в себя две дисциплины «Обращение с техногенными образованиями ядерной энергетики и промышленности» и «Процессы и аппараты производства и переработки ядерного топлива». Цель освоения дисциплин модуля: научить студентов применять последние достижения в области технологий и их аппаратурного оформления для совершенствования процессов и технологического оборудования для производства ядерного топлива (ЯТ) и радиохимической переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) на предприятиях ядерного топливного цикла (ЯТЦ); применять полученные знания для разработки инновационных технологий и оборудования для производства ЯТ и радиохимической переработки ОЯТ на предприятиях ЯТЦ; ознакомить студентов с основными техногенными образованиями (отходами) ядерной энергетики и промышленности, их физическими, химическими и технологическими свойствами, технологиями их переработки. Особое внимание уделяется аппаратурному оформлению утилизации отходов ядерного топливного цикла.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Процессы и аппараты производства и переработки ядерного топлива	9
2	Обращение с техногенными образованиями ядерной энергетики и промышленности	6
ИТОГО по модулю:		15

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Аппаратурное оформление химико-технологических систем
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Расчет и конструирование оборудования атомной промышленности

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Обращение с техногенными образованиями ядерной энергетики и промышленност и	ПК-1 - Готовность к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи	<p>З-1 - Демонстрировать знание отечественных и международных достижений в соответствующей области знаний</p> <p>У-1 - Использовать математические методы обработки результатов исследований и их обобщения</p> <p>П-1 - Анализировать и обобщать результаты выполненных научно-технических исследований и разработок</p>
	ПК-2 - Способность составлять научно-технические отчеты и готовить публикации по результатам выполненных исследований	<p>З-1 - Демонстрировать знание порядка разработки и оформления отчетной документации по результатам выполненных исследований</p> <p>У-1 - Оценивать научно-технический уровень достигнутых результатов</p> <p>П-1 - Иметь навыки подготовки публикаций, составления заявок на изобретения с подчиненным персоналом</p>
	ПК-3 - Способность использовать современные методики и методы, в проведении экспериментов и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию	<p>З-1 - Демонстрировать знание отечественных и международных достижений в соответствующей области знаний</p> <p>У-1 - Анализировать и прогнозировать технико-экономические показатели</p> <p>П-1 - Иметь навыки применения новейших достижений при анализе, оптимизации, моделировании энерго-ресурсосберегающих процессов в соответствующей области знаний</p>
	ПК-9 - Способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки	<p>З-1 - Демонстрировать знание технологического оборудования, используемого в соответствующей отрасли производства</p> <p>З-2 - Демонстрировать знание передовых отечественных и зарубежных технологий в соответствующей отрасли производства</p>

		<p>З-3 - Демонстрировать знание назначения, конструкций и принципа действия основного оборудования в соответствующей отрасли производства</p> <p>У-1 - Обосновывать количественные и качественные требования к производственным ресурсам, необходимым для решения поставленных профессиональных задач</p> <p>П-1 - Иметь навыки контроля состояния оборудования и технологической оснастки и обеспечения ее подготовки и функционирования</p>
	<p>ПК-12 - Способность разрабатывать технологические линии (установки) для переработки радиоактивных отходов</p>	<p>З-1 - Демонстрировать знание основных положений нормативно-правовых документов в области использования атомной энергии (в части, касающейся переработки радиоактивных отходов)</p> <p>З-2 - Характеризовать источники происхождения радиоактивных отходов на стадиях ядерного топливного цикла</p> <p>З-3 - Характеризовать технологические процессы при обращении с радиоактивными отходами</p> <p>З-4 - Демонстрировать знание аппаратурного оформления технологических установок переработки радиоактивных отходов</p> <p>У-1 - Использовать современные технологии, применять методики расчета технологических процессов при разработке аппаратурно-технологических схем линии (установки) для переработки радиоактивных отходов</p> <p>У-2 - Использовать методы расчета основного технологического оборудования установок для переработки радиоактивных отходов</p> <p>П-1 - Иметь навыки применения последних достижений в области технологий и их аппаратурного оформления при совершенствовании процессов и технологического оборудования для обращения с техногенными образованиями</p>

		на предприятиях ядерного топливного цикла
	ПК-13 - Способность разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов	<p>З-1 - Демонстрировать знание технических требований, предъявляемых к сырью и материалам</p> <p>У-1 - Оптимизировать расходование материалов, применяемых в основных и вспомогательных технологических операциях с использованием современных способов и инструментов обработки материалов</p> <p>П-1 - Выявлять потребности в рационализации (повышении экономичности) использования материалов, применяемых в основных и вспомогательных технологических операциях</p> <p>П-2 - Формулировать и обосновывать, предложений о рационализации использования основных, вспомогательных и расходных материалов</p>
	ПК-14 - Способность оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий	<p>З-1 - Демонстрировать знание технологических процессов</p> <p>У-1 - Оценивать научно-технический уровень достигнутых результатов</p> <p>У-2 - Производить сравнительный анализ</p> <p>П-1 - Демонстрировать навыки применения последних достижений в области технологий</p>
	ПК-15 - Способность находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности, стоимости и экологической безопасности производств	<p>З-1 - Демонстрировать знание способов оптимизации параметров и показателей взаимосвязанных технологических процессов, основных и вспомогательных операций</p> <p>У-1 - Принимать на основе анализа решения о корректировке параметров технологических процессов, настроек оборудования и агрегатов</p> <p>П-1 - Анализировать и обобщать результаты выполненных научно-технических исследований и разработок с точки зрения промышленной, химической, экологической безопасности</p>

	ПК-16 - Готовность разрабатывать информационные системы планирования и управления предприятием	<p>З-1 - Демонстрировать знание технических, экономических и экологических требований, предъявляемых к проектируемым объектам</p> <p>У-1 - Оценивать научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки в соответствующей области знаний</p> <p>П-1 - Иметь навыки анализа и обобщения опыта проектирования</p>
	ПК-17 - Способность проводить технические и технологические расчеты по проектам, технико-экономической, функционально-стоимостной и эколого-экономической эффективности проекта	<p>З-1 - Демонстрировать знание компьютерных сред моделирования технологических процессов</p> <p>У-1 - Планировать разработку и внедрение нового технологического процесса</p> <p>П-1 - Готовить предложения по проектированию нового технологического процесса</p>
	ПК-20 - Готовность к оценке инновационного потенциала проекта	<p>З-1 - Демонстрировать знание перспектив развития соответствующей отрасли науки, техники</p> <p>У-1 - Анализировать патенты и изобретения по профилю своей профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Иметь навыки проведения экспертизы проектов в соответствующей области знаний</p>
	ПК-21 - Способность использовать современные системы управления качеством в конкретных условиях производства на основе международных стандартов	<p>З-1 - Демонстрировать знание методов разработки информационных, объектных, документных моделей производственных организаций</p> <p>У-1 - Применять методы разработки информационных, объектных, документных моделей производственных предприятий</p> <p>П-1 - Выявлять и анализировать возможные области применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p>
Процессы и аппараты производства и переработки ядерного	ОПК-7 - Способен планировать и управлять жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов, включая стадии замысла,	З-1 - Изложить принципы имитационного моделирования для принятия инженерных решений

топлива	анализа требований, проектирования, изготовления, эксплуатации, поддержки, модернизации, замены и утилизации	<p>З-2 - Дать определение жизненного цикла инженерного продукта, его основных стадий и моделей</p> <p>З-3 - Перечислить принципы и возможные ролевые модели управления командой инженерного проекта</p> <p>У-1 - Формулировать инженерные задачи с учетом формализованных требований</p> <p>У-2 - Определять основные потребности стейкхолдеров (заинтересованных сторон) и формулировать требования к эффективности инженерных продуктов и технических объектов</p> <p>У-3 - Использовать программные пакеты при построении имитационной модели разрабатываемой системы или использующей системы</p> <p>У-4 - Выбрать оборудование и технологическую оснастку при разработке технических заданий на проектирование и изготовление инженерных продуктов и технических объектов</p> <p>П-1 - Освоить практики построения и применения имитационных моделей в процессе проектирования</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт планирования и управления жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов</p> <p>П-3 - Формализовать и согласовывать требования, относящиеся к внешним условиям (эксплуатации, сопровождения, хранения, перевозки, вывода из эксплуатации)</p> <p>П-4 - Разработать технические задания на проектирование и изготовление инженерных продуктов и технических объектов, включая выбор оборудования и технологической оснастки</p> <p>Д-1 - Проявлять настойчивость в достижении цели; Внимательность; Аналитические умения</p>
	ПК-1 - Готовность к поиску, обработке,	З-1 - Демонстрировать знание отечественных и международных

<p>анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи</p>	<p>достижений в соответствующей области знаний</p> <p>У-1 - Использовать математические методы обработки результатов исследований и их обобщения</p> <p>П-1 - Анализировать и обобщать результаты выполненных научно-технических исследований и разработок</p>
<p>ПК-2 - Способность составлять научно-технические отчеты и готовить публикации по результатам выполненных исследований</p>	<p>З-1 - Демонстрировать знание порядка разработки и оформления отчетной документации по результатам выполненных исследований</p> <p>У-1 - Оценивать научно-технический уровень достигнутых результатов</p> <p>П-1 - Иметь навыки подготовки публикаций, составления заявок на изобретения с подчиненным персоналом</p>
<p>ПК-3 - Способность использовать современные методики и методы, в проведении экспериментов и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию</p>	<p>З-1 - Демонстрировать знание отечественных и международных достижений в соответствующей области знаний</p> <p>У-1 - Анализировать и прогнозировать технико-экономические показатели</p> <p>П-1 - Иметь навыки применения новейших достижений при анализе, оптимизации, моделировании энерго-ресурсосберегающих процессов в соответствующей области знаний</p>
<p>ПК-4 - Способность организовать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу</p>	<p>З-1 - Демонстрировать знание основ действующих и новых технологий производства</p> <p>З-2 - Демонстрировать знание аппаратного оформления технологических установок производства</p> <p>У-1 - Организовывать работы с персоналом в соответствии с общими целями развития организации</p> <p>П-1 - Иметь навыки составления календарных планов выпуска научно-технической продукции</p>
<p>ПК-5 - Способность формулировать научно-исследовательские</p>	<p>З-1 - Демонстрировать знание отечественной и международной</p>

задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их	<p>нормативной базы в соответствующей области знаний</p> <p>У-1 - Применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний</p> <p>П-1 - Анализировать возможные области применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p>
ПК-9 - Способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки	<p>З-1 - Демонстрировать знание технологического оборудования, используемого в соответствующей отрасли производства</p> <p>З-2 - Демонстрировать знание передовых отечественных и зарубежных технологий в соответствующей отрасли производства</p> <p>З-3 - Демонстрировать знание назначения, конструкций и принципа действия основного оборудования в соответствующей отрасли производства</p> <p>У-1 - Обосновывать количественные и качественные требования к производственным ресурсам, необходимым для решения поставленных профессиональных задач</p> <p>П-1 - Иметь навыки контроля состояния оборудования и технологической оснастки и обеспечения ее подготовки и функционирования</p>
ПК-10 - Способность к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности	<p>З-1 - Демонстрировать знание основ действующих и новых технологий в соответствующей отрасли производства</p> <p>У-1 - Производить выбор аппарата и рассчитывать технологические параметры процесса с учетом реализации задач энерго- и ресурсосбережения</p> <p>П-1 - Иметь навыки разработки рекомендаций по корректированию параметров технологических процессов с точки зрения энерго- и ресурсоэффективности</p>
ПК-11 - Способность разрабатывать технологические линии	З-1 - Демонстрировать знание принципов разработки и внедрения нового технологического процесса, нацеленного на

<p>(установки) для производства и радиохимической переработки ядерного топлива</p>	<p>повышение качества выпускаемой продукции или увеличение производительности труда</p> <p>У-1 - Использовать современные технологии, процессы и аппараты при разработке аппаратурно-технологических схем линии (установки) для производства и переработки ядерного топлива</p> <p>П-1 - Иметь навыки подготовки предложений по проектированию нового технологического процесса</p>
<p>ПК-13 - Способность разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов</p>	<p>З-1 - Демонстрировать знание технических требований, предъявляемых к сырью и материалам</p> <p>У-1 - Оптимизировать расходование материалов, применяемых в основных и вспомогательных технологических операциях с использованием современных способов и инструментов обработки материалов</p> <p>П-1 - Выявлять потребности в рационализации (повышении экономичности) использования материалов, применяемых в основных и вспомогательных технологических операциях</p> <p>П-2 - Формулировать и обосновывать, предложений о рационализации использования основных, вспомогательных и расходных материалов</p>
<p>ПК-14 - Способность оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий</p>	<p>З-1 - Демонстрировать знание технологических процессов</p> <p>У-1 - Оценивать научно-технический уровень достигнутых результатов</p> <p>У-2 - Производить сравнительный анализ</p> <p>П-1 - Демонстрировать навыки применения последних достижений в области технологий</p>
<p>ПК-15 - Способность находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности, стоимости и</p>	<p>З-1 - Демонстрировать знание способов оптимизации параметров и показателей взаимосвязанных технологических процессов, основных и вспомогательных операций</p>

	<p>экологической безопасности производств</p>	<p>У-1 - Принимать на основе анализа решения о корректировке параметров технологических процессов, настроек оборудования и агрегатов</p> <p>П-1 - Анализировать и обобщать результаты выполненных научно-технических исследований и разработок с точки зрения промышленной, химической, экологической безопасности</p>
	<p>ПК-16 - Готовность разрабатывать информационные системы планирования и управления предприятием</p>	<p>З-1 - Демонстрировать знание технических, экономических и экологических требований, предъявляемых к проектируемым объектам</p> <p>У-1 - Оценивать научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки в соответствующей области знаний</p> <p>П-1 - Иметь навыки анализа и обобщения опыта проектирования</p>
	<p>ПК-17 - Способность проводить технические и технологические расчеты по проектам, технико-экономической, функционально-стоимостной и эколого-экономической эффективности проекта</p>	<p>З-1 - Демонстрировать знание компьютерных сред моделирования технологических процессов</p> <p>У-1 - Планировать разработку и внедрение нового технологического процесса</p> <p>П-1 - Готовить предложения по проектированию нового технологического процесса</p>
	<p>ПК-20 - Готовность к оценке инновационного потенциала проекта</p>	<p>З-1 - Демонстрировать знание перспектив развития соответствующей отрасли науки, техники</p> <p>У-1 - Анализировать патенты и изобретения по профилю своей профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Иметь навыки проведения экспертизы проектов в соответствующей области знаний</p>
	<p>ПК-21 - Способность использовать современные системы управления качеством в конкретных условиях производства на основе международных стандартов</p>	<p>З-1 - Демонстрировать знание методов разработки информационных, объектных, документных моделей производственных организаций</p> <p>У-1 - Применять методы разработки информационных, объектных, документных моделей производственных предприятий</p>

		П-1 - Выявлять и анализировать возможные области применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ
--	--	---

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Процессы и аппараты производства и
переработки ядерного топлива

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Хомяков Анатолий Павлович	доктор технических наук, старший научный сотрудник	Заведующий кафедрой	машин и аппаратов химических производств

Рекомендовано учебно-методическим советом института Химико-технологический

Протокол № 2 от 10.02.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Хомяков Анатолий Павлович, Заведующий кафедрой, машин и аппаратов химических производств**

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Две основные модели развития мировой атомной энергетики в XXIV. Два основных направления обращения с отработавшим ядерным топливом.
P2	Гидрометаллургическая переработка урановых руд	Механическая обработка руды. Способы измельчения материалов. Оборудование для дробления и измельчения руды. Физическое обогащение урановых руд. Гравитационные методы обогащения урановых руд. Основные положения гравитационного обогащения. Аппаратурное оформление процессов отсадки, обогащения на концентрационных столах, обогащения в тяжелых суспензиях. Флотация. Основные положения и аппаратурное оформление процесса флотации. Радиометрическое обогащение урановых руд. Схема радиометрической сортировочной установки. Электромагнитная сепарация урановых руд. Схема горизонтального ленточного сепаратора. Методы высокотемпературной обработки урановых руд. Цели и аппаратура окислительного обжига. Выщелачивание руды.

		<p>Способы кислотного выщелачивания. Карбонатное выщелачивание. Аппаратурное оформление процессов выщелачивания. Разделение твердой и жидкой фаз после процесса выщелачивания. Основные положения процесса сгущения. Аппаратурное оформление процессов сгущения: сгустители, гидроциклоны, отстойные центрифуги.</p> <p>Основные положения процесса фильтрации. Аппаратурное оформление процессов фильтрации. Технологические схемы отмывки твердой фазы от полученного при выщелачивании раствора.</p> <p>Выделение урана из растворов. Химическое осаждение урана из растворов. Ионный обмен. Общие положения ионного обмена. Типы ионитов. Аппаратура ионообменных процессов.</p> <p>Извлечение урана из растворов методом экстракции органическими растворителями. Классификация экстрагентов. Аппаратура экстракционных процессов. Аффинажная очистка растворов от примесей.</p> <p>Добыча урана методом подземного выщелачивания и производство полиуранатов аммония на ЗАО ДАЛУР.</p>
<p>Р3</p>	<p>Производство оксидного ядерного топлива</p>	<p>Производство оксидов урана. Общие сведения.</p> <p>Получение высших оксидов урана из солей уранила.</p> <p>Восстановление высших оксидов урана до диоксида урана.</p> <p>Аппаратурное оформление процессов получения оксидов урана. Совмещение процессов прокаливания и восстановления.</p> <p>Производство гексафторида урана и его изотопное обогащение.</p> <p>Производство гексафторида урана из высших оксидов урана через стадию получения тетрафторида урана. Производство гексафторида урана молекулярным фтором. Обогащение урана.</p> <p>Изготовление ядерного топлива. Технология изготовления ядерного топлива.</p>
<p>Р4</p>	<p>Радиохимическая переработка отработавшего ядерного топлива</p>	<p>Основные положения жидкостной экстракции. Аппаратурное оформление процесса экстракции при переработке облученного ядерного топлива. Технологические аспекты переработки ядерного топлива: стандартный Пурекс-процесс, промышленное применение Пурекс-процесса.</p> <p>Радиохимическая переработка отработавшего ядерного топлива в странах с развитой атомной энергетикой и промышленностью. Переработка отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) в России. Принципиальная схема обращения с ОЯТ реакторов ВВЭР, РБМК и БН, а также транспортных и</p>

		<p>исследовательских реакторов. Некоторые технологические аспекты Пурекс-процесса при переработке ядерного топлива на радиохимическом заводе РТ-1 ПО «Маяк». Экстрагенты и разбавители. Экстракционное разделение компонентов ОЯТ: показатели экстракции; способы осуществления процесса экстракции; поведение урана, плутония и продуктов деления при экстракции ТБФ. Работа головного экстракционного аппарата.</p> <p>Разделение урана и плутония с нептунием. Восстановительная реэкстракция. Восстановители. Регенерация экстрагента.</p> <p>Радиохимический завод РТ-1. Общая блок-схема технологии переработки ОЯТ ВВЭР-440 на РТ-1. Первый цикл Пурекс-процесса. Аффинажные циклы плутония и урана.</p> <p>Принципиальная технологическая схема экстракционной переработки ОЯТ завода РТ-1.</p>
P5	Новые технологии переработки ядерного топлива	<p>Технологии опытно-промышленного завода (ОДЦ) г. Железногорск. Американские технологии-UREX. Японский NEXТ-процесс. Пирохимические технологии переработки ядерного топлива. Фторидно-газовая технология переработки ядерного топлива.</p>
P6	Производство смешанного уран-плутониевого топлива	<p>Изготовление смешанного топлива в Бельгии. Изготовление смешанного топлива в Великобритании и Канаде.</p> <p>Изготовление плутоний-содержащего топлива в России.</p>
P7	Нитридное уран-плутониевое топливо	<p>Изготовление уран-плутониевого нитридного топлива.</p> <p>Переработка отработавшего нитридного топлива.</p>
P8	Основы регулирования безопасности при использовании атомной энергии	<p>Основы законодательства. Федеральный закон от 21 ноября 1995г. №170-ФЗ Об использовании атомной энергии.</p> <p>Федеральный закон от 9 января 1996 г. №3-ФЗ О радиационной безопасности населения. Конвенции в области использования атомной энергии.</p> <p>Регулирование безопасности. Государственные органы регулирования безопасности. Система нормативных документов по безопасности объектов использования атомной энергии. Лицензирование видов деятельности при использовании атомной энергии. Организация надзора за безопасностью объектов использования атомной энергии.</p>

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Процессы и аппараты производства и переработки ядерного топлива

Электронные ресурсы (издания)

1. Барсуков, О. А.; Основы физики атомного ядра. Ядерные технологии : монография.; Физматлит, Москва; 2011; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457408> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Волкович, В. А.; Металлургия урана и технология его соединений : курс лекций : в 3 частях. Ч. 1. ; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2014 (5 экз.)
2. Волкович, В. А.; Металлургия урана и технология его соединений : курс лекций : в 3 частях. Ч. 3. ; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2014 (5 экз.)
3. Скачек, М. А.; Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Атом. электр. станции и установки" направления подгот. "Техн. физика".; МЭИ, Москва; 2007 (12 экз.)
4. Громов, Б. В., Савельева, В. И., Шевченко, В. Б.; Химическая технология облученного ядерного топлива : Учебник для вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1983 (32 экз.)
5. Громов, Б. В.; Введение в химическую технологию урана : Учебник для вузов.; Атомиздат, М; 1978 (8 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. http://window.edu.ru/libraryp_rubr=2.2.75.11.37 – Библиотека официального сайта Министерства образования и науки РФ. Раздел образовательных ресурсов по химическому и нефтяному машиностроению.
2. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ: <http://study.urfu.ru>.
3. Зональная научная библиотека УрФУ. Режим доступа: <http://www.lib.urfu.ru>.
4. <http://search.ebscohost.com> - мультидисциплинарная база данных Academic Search Ultimate
5. <http://pubs.acs.org/> - 18 полнотекстовых электронных журналов Американского химического общества (American Chemical Society (ACS)) на английском языке
6. <http://elibrary.ru> - универсальная БД
7. <http://pubs.rsc.org/> - полнотекстовая БД профессионального научного сообщества британских

ХИМИКОВ

8. <http://www.sciencedirect.com/> - универсальная БД
9. <http://apps.webofknowledge.com/> - универсальная, реферативная БД
10. <http://www.biblioclub.ru/> - библиотека издательства Директ-медиа
11. <http://standard.gost.ru/wps/portal/> - официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, информационный портал по стандартизации.

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Поисковая система Google: <http://www.google.com>
2. Поисковая система Yandex: <http://www.yandex.ru>
3. База знаний wikipedia: <http://ru.wikipedia.org>
4. Электронно-библиотечная система издательства «Лань»: Режим доступа: <http://e.lanbook.com>
5. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»: Режим доступа: <http://biblioclub.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Процессы и аппараты производства и переработки ядерного топлива

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет Браузеры:	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		<p>google.chrome</p> <p>yandex</p> <p>firefox</p> <p>Microsoft Edge</p>	
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>Браузеры:</p> <p>google.chrome</p> <p>yandex</p> <p>firefox</p> <p>Microsoft Edge</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>Браузеры:</p> <p>google.chrome</p> <p>yandex</p> <p>firefox</p> <p>Microsoft Edge</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>

		Периферийное устройство Подключение к сети Интернет Браузеры: google.chrome yandex firefox Microsoft Edge	
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет Браузеры: google.chrome yandex firefox Microsoft Edge	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmс Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Обращение с техногенными образованиями
ядерной энергетики и промышленности

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Хомяков Анатолий Павлович	доктор технических наук, старший научный сотрудник	Заведующий кафедрой	машин и аппаратов химических производств

Рекомендовано учебно-методическим советом института Химико-технологический

Протокол № 2 от 10.02.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Хомяков Анатолий Павлович, Заведующий кафедрой, машин и аппаратов химических производств**

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Основополагающие проблемы ядерной энергетики. Проблемы обращения с радиоактивными отходами.
P2	Радиоактивные отходы	Основные понятия в области обращения с радиоактивными отходами (РАО). Классификация РАО. Нормативно-правовые аспекты обращения с РАО. Государственное управление и регулирование безопасности при обращении с РАО. Полномочия и функции органа государственного управления в области обращения с радиоактивными отходами. Полномочия и функции органов государственного регулирования безопасности при регулировании обращения с радиоактивными отходами.
P3	Ядерный топливный цикл	Характеристика ядерного топливного цикла (ЯТЦ). Базовые типы ядерных топливных циклов. Уран-плутониевый ЯТЦ. Особенности смешанного уран-плутониевого ЯТЦ. Уран-ториевый ЯТЦ.
P4	Источники происхождения РАО	Отходы ядерного топливного цикла. Отходы, не связанные с ядерным топливным циклом. Отходы и загрязненные

		материалы, образующиеся при ликвидации аварий и аномалий.
P5	Основы обращения с РАО	<p>Цель и задачи обращения с РАО.</p> <p>Единая государственная система обращения с РАО (ЕГСО с РАО). Цель создания, принципы функционирования и состав ЕГСО с РАО. Этапы создания ЕГСО с РАО.</p> <p>Требования к захоронению РАО. Требования к обеспечению безопасности пунктов захоронения РАО. Требования к организациям, осуществляющим обращение с РАО.</p> <p>Государственный учет и контроль РАО. Требования к регистрации РАО и пунктов хранения РАО.</p> <p>Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами.</p> <p>Общие требования к организациям, в результате осуществления деятельности которых образуются радиоактивные отходы.</p>
P6	Обращение с техногенными образованиями на сырьевой части ЯТЦ	<p>Методы разработки урановых месторождений.</p> <p>Основные технологические операции при переработке руды и получения концентрата.</p> <p>Характеристика РАО. Обращение с РАО на сырьевой части ЯТЦ.</p>
P7	Обращение с техногенными образованиями на заводах по обогащению урана и производству ядерного топлива	<p>Основы технологии получения топлива для АЭС.</p> <p>Характеристика РАО. Обращение с РАО начальной стадии ЯТЦ.</p> <p>Проблемы обращения с отвальным гексафторидом урана</p>
P8	Технологические процессы при обращении с радиоактивными отходами на атомных станциях	<p>Основные типы ядерных реакторов.</p> <p>Схемы технологических контуров АЭС с реакторами типа РБМК.</p> <p>Схемы технологических контуров АЭС с реакторами типа ВВЭР. Схемы технологических контуров АЭС с реакторами типа БН. Обращение с газообразными радиоактивными отходами на АЭС. Обращение с жидкими радиоактивными отходами на АЭС. Обращение с твердыми радиоактивными отходами на АЭС.</p> <p>Дезактивация оборудования на АЭС.</p>

<p>P9</p>	<p>Обращение с РАО на радиохимических комбинатах</p>	<p>Основные процессы переработки отработавшего ядерного топлива.</p> <p>Обращение с РАО на заводах UP 2 и UP 3 (Франция), TRP (Япония).</p> <p>Развитие технологии переработки РАО фирмой BNFL (Великобритания).</p> <p>Обращение с РАО на заводе РТ-1 ПО «МАЯК».</p> <p>Разработки в целях усовершенствования технологий переработки РАО на ПО «МАЯК». Экстракционное извлечение долгоживущих радионуклидов из высокоактивных отходов.</p>
<p>P10</p>	<p>Аппаратурное оформление установок и линий по переработке РАО</p>	<p>Обращение с жидкими радиоактивными отходами (ЖРО) на АЭС с реакторами типа ВВЭР. Аппаратурное оформление установок специальной водоочистки: СВО-1, СВО-2, СВО-3, СВО-4, СВО-5, СВО-6, СВО-7.</p> <p>Обращение с жидкими радиоактивными отходами.</p> <p>Аппаратурное оформление установок для выпаривания ЖРО.</p> <p>Отверждение жидких радиоактивных отходов.</p> <p>Аппаратурное оформление установок битумирования ЖРО.</p> <p>Аппаратурное оформление установок цементирования ЖРО.</p> <p>Аппаратурное оформление установок остекловывания ЖРО.</p> <p>Компактирование твердых радиоактивных отходов (ТРО).</p> <p>Аппаратурное оформление установок сжигания ТРО.</p> <p>Аппаратурное оформление процесса переплавки ТРО в электрошлаковой печи.</p> <p>Обращение с радиоактивными металлическими отходами.</p> <p>Схема обращения с радиоактивными металлическими отходами. Аппаратурное оформление установок переплавки радиоактивных металлических отходов.</p>

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Обращение с техногенными образованиями ядерной энергетики и промышленности

Электронные ресурсы (издания)

1. Барсуков, О. А.; Основы физики атомного ядра. Ядерные технологии : монография.; Физматлит, Москва; 2011; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457408> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Волкович, В. А.; Metallургия урана и технология его соединений : курс лекций : в 3 частях. Ч. 1. ; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2014 (5 экз.)

2. Волкович, В. А.; Metallургия урана и технология его соединений : курс лекций : в 3 частях. Ч. 3. ; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2014 (5 экз.)

3. Скачек, М. А.; Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Атом. электр. станции и установки" направления подгот. "Техн. физика".; МЭИ, Москва; 2007 (12 экз.)

4. Громов, Б. В., Савельева, В. И., Шевченко, В. Б.; Химическая технология облученного ядерного топлива : Учебник для вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1983 (32 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. http://window.edu.ru/libraryp_rubr=2.2.75.11.37 – Библиотека официального сайта Министерства образования и науки РФ. Раздел образовательных ресурсов по химическому и нефтяному машиностроению.

2. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ: <http://study.urfu.ru>.

3. Зональная научная библиотека УрФУ. Режим доступа: <http://www.lib.urfu.ru>.

4. <http://search.ebscohost.com> - мультидисциплинарная база данных Academic Search Ultimate

5. <http://pubs.acs.org/> - 18 полнотекстовых электронных журналов Американского химического общества (American Chemical Society (ACS)) на английском языке

6. <http://elibrary.ru> - универсальная БД

7. <http://pubs.rsc.org/> - полнотекстовая БД профессионального научного сообщества британских химиков

8. <http://www.sciencedirect.com/> - универсальная БД

9. <http://apps.webofknowledge.com/> - универсальная, реферативная БД

10. <http://www.biblioclub.ru/> - библиотека издательства Директ-медиа

11. <http://standard.gost.ru/wps/portal/> - официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, информационный портал по стандартизации.

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Электронно-библиотечная система издательства «Лань»: Режим доступа: <http://e.lanbook.com>
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»: Режим доступа: <http://biblioclub.ru>
3. <http://yandex.ru>, <http://google.ru>, <http://rambler.ru> – поисковые системы в Интернет
4. microsoft.com/ru-ru/edge, mozilla.org/firefox/new/, google.com/chrome/ - браузеры

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Обращение с техногенными образованиями ядерной энергетики и промышленности

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет Браузеры: google.chrome yandex firefox Microsoft Edge	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Mathcad 14
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc

		<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>Браузеры: google.chrome yandex firefox Microsoft Edge</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Mathcad 14</p>
3	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>Браузеры: google.chrome yandex firefox Microsoft Edge</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmс</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Mathcad 14</p>
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmс</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>

		<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>Браузеры: google.chrome yandex firefox Microsoft Edge</p>	Mathcad 14
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>Браузеры: google.chrome yandex firefox Microsoft Edge</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmс</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Mathcad 14</p>
6	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmс</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>

	<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>Браузеры:</p> <p>google.chrome</p> <p>yandex</p> <p>firefox</p> <p>Microsoft Edge</p>	Mathcad 14
--	---	------------