

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТШ

Долматов О.Ю.

« 15 » июля 2020г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

**Процессы и аппараты предприятий редкометалльной
промышленности**

Направление подготовки/ специальность	18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Химическая технология материалов современной энергетики		
Специализация	Химическая технология материалов ядерного топливного цикла		
Уровень образования	высшее образование - специалитет		
Курс	4	семестр	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	40	
	Практические занятия	16	
	Лабораторные занятия	40	
	ВСЕГО	96	
Самостоятельная работа, ч		120	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной
аттестации

Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЯТЦ ИЯТШ
----------------	---------------------------------	------------------

Руководитель Отделения
ЯТЦ

Руководитель ООП
Преподаватель

	Горюнов А.Г.
	Леонова Л.А.
	Кантаев А.С.

2020г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п.6 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов обучения	
		Код	Наименование
ОПК(У)-3	Способность к использованию методов математического моделирования отдельных стадий и всего технологического процесса, к проведению теоретического анализа и экспериментальной проверке адекватности модели	ОПК(У)-3.В6	Владеет и анализирует процессы и аппараты, выявлять недостатки и разрабатывать мероприятия по корректировке процессов и аппаратов с целью повышения их эффективности
		ОПК(У)-3.У6	Умеет работать с различными источниками информации и уметь обращаться с моделями аппаратов и процессов предприятий редкометальной промышленности
		ОПК(У)-3.36	Знает основные принципы организации химического производства, составляющие его аппараты, а также иерархическую структуру и методы оценки эффективности производства
ПК(У)-2	Способность решению профессиональных производственных задач, включающих разработку норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат, совершенствование контроля технологического процесса	ПК(У)-2.В8	Владеет опытом расчёта и подбора аппаратов механических процессов
		ПК(У)-2.В9	Владеет опытом работы на аппаратах дозирования, рудоподготовки, фильтрации и осаждения и определения оптимальных режимов их работы
		ПК(У)-2.У8	Уметь осуществить инженерный расчет нестандартного оборудования, определить совместимость отдельных единиц оборудования
		ПК(У)-2.У9	Умеет осуществлять подбор подходящего оборудования по принципу его работы и производительности
		ПК(У)-2.38	Знает основное оборудование рудоподготовки и основы проектирования индустриальных предприятий редкометальной промышленности.
		ПК(У)-2.39	Знает организацию производств основных редких металлов и составляющее их оборудование
ДПСК(У)-1.1	Способность к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов комплексной переработки руд, концентратов редких элементов и техногенного сырья, производству материалов на их основе с использованием ядерных и диверсифицированных технологий	ДПСК(У)-1.1.В6	Владеет навыками определять тип и вид аппарата под конкретный процесс
		ДПСК(У)-1.1.У6	Умеет работать с базами данных по аппаратам, применяемым в редкометальной промышленности
		ДПСК(У)-1.1.36	Знать процессы и аппараты предприятий редкометальной промышленности

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 2 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Знать принципы разработки новых технологических схем на основе результатов моделирования процессов и аппаратов	ОПК(У)-3
РД-2	Анализировать технологический процесс и оборудование, составляющее его, выявлять недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию и принимать технические решения с учетом всех факторов, влияющих на процесс, а также выдать рекомендации по корректировке процесса и аппарата выделения с целью повышения его эффективности	ПК(У)-2
РД-3	Знать основные принципы организации комплексной переработки руд, концентратов редких элементов и техногенного сырья, составляющие его аппараты, а также иерархическую структуру и методы оценки эффективности производства	ДПСК(У)-1.1

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Оборудование для подготовки сырья и вспомогательных материалов к технологическом переделу	РД-2 Анализировать технологический процесс и оборудование, составляющее его, выявлять недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию и принимать технические решения с учетом всех факторов, влияющих на процесс, а также выдать рекомендации по корректировке процесса и аппарата выделения с целью повышения его эффективности	Лекции	6
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	12
		Самостоятельная работа	10
Раздел 2. Оборудование процессов пирометаллургического обогащения	РД-3 Знать основные принципы организации комплексной переработки руд, концентратов редких элементов и техногенного сырья, составляющие его аппараты, а также иерархическую структуру и методы оценки эффективности производства	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	12
Раздел 3. Оборудование для вскрытия концентратов редких металлов	РД-3 Знать основные принципы организации комплексной переработки руд, концентратов редких элементов и техногенного сырья, составляющие его аппараты, а также иерархическую структуру и методы оценки эффективности производства	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	12
Раздел 4. Оборудование процессов хлорирования	РД-1 Знать принципы разработки новых технологических схем на основе результатов моделирования процессов и аппаратов	Лекции	6
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	12
Раздел 5. Схемы цепи аппаратов конденсации	РД-1 Знать принципы разработки новых технологических схем на основе результатов моделирования процессов и аппаратов	Лекции	6
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	–
		Самостоятельная работа	12
Раздел 6. Процессы спекания	РД-1 Знать принципы разработки новых технологических схем на	Лекции	4
		Практические	2

	основе результатов моделирования процессов и аппаратов	занятия	
		Лабораторные занятия	–
		Самостоятельная работа	12
Раздел 7. Выщелачивание	РД-2 Анализировать технологический процесс и оборудование, составляющее его, выявлять недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию и принимать технические решения с учетом всех факторов, влияющих на процесс, а также выдать рекомендации по корректировке процесса и аппарата выделения с целью повышения его эффективности	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	10
Раздел 8. Оборудование процессов очистки соединений редких элементов	РД-2 Анализировать технологический процесс и оборудование, составляющее его, выявлять недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию и принимать технические решения с учетом всех факторов, влияющих на процесс, а также выдать рекомендации по корректировке процесса и аппарата выделения с целью повышения его эффективности	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	–
		Самостоятельная работа	10
Раздел 9. Оборудование сорбционных процессов	РД-2 Анализировать технологический процесс и оборудование, составляющее его, выявлять недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию и принимать технические решения с учетом всех факторов, влияющих на процесс, а также выдать рекомендации по корректировке процесса и аппарата выделения с целью повышения его эффективности	Лекции	4
		Практические занятия	–
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	10
Раздел 10. Оборудование процессов ректификации	РД-2 Анализировать технологический процесс и оборудование, составляющее его, выявлять недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию и принимать технические решения с учетом всех факторов,	Лекции	2
		Практические занятия	–
		Лабораторные занятия	–
		Самостоятельная работа	10

	влияющих на процесс, а также выдать рекомендации по корректировке процесса и аппарата выделения с целью повышения его эффективности		
Раздел 11. Оборудование для получения и рафинирования редких металлов	РД-1 Знать принципы разработки новых технологических схем на основе результатов моделирования процессов и аппаратов	Лекции	2
		Практические занятия	–
		Лабораторные занятия	–
		Самостоятельная работа	10

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Оборудование для подготовки сырья и вспомогательных материалов к технологическому переделу

Дробление, измельчение, схемы дробления и измельчения; флотация, гравитационное, магнитное и электрическое обогащение. Взаимодействие аппаратов на примере обогащения лопарита.

Тема лекции:

1. Подготовка рудного сырья редких элементов к переработке.
2. Классические схемы обогащения рудного и техногенного сырья, содержащего редкие элементы.
3. Схема обогащения лопарита, получение концентрата, содержащего редкие элементы.

Темы практических занятий:

1. Состав промышленных проектов.

Название лабораторных работ:

1. Доводка рудного материала на валковой дробилке.
2. Доводка рудного материала на истирателе.

Раздел 2. Оборудование процессов пирометаллургического обогащения

Отражательные, шахтные и руднотермические печи; огнеупорные материалы.

Тема лекции:

1. Оборудование для термообработки рудных концентратов, классификация огнеупорных материалов.

Темы практических занятий:

1. Особенности проектирования в промышленности редких металлов.

Название лабораторной работы:

1. Определение влажности и скорости сушки рудного материала.

Раздел 3. Оборудование для вскрытия концентратов редких металлов

Процессы обжига; многоподовые печи, печи кипящего слоя. Подбор оборудования на примере окислительного обжига молибденита.

Тема лекции:

1. Обжиг руд, оборудование, используемое для обжига.
2. Схема обжига молебденита, получение пиролюзита.

Темы практических занятий:

1. Обоснование и выбор технологической схемы.

Раздел 4. Оборудование процессов хлорирования

Шахтная электропечь, шахтный хлоратор, работающий на брикетированной шихте, хлоратор кипящего слоя, "солевой" хлоратор.

Тема лекции:

1. Подготовка брикетов, хлорирование брикетированного рудного материала. Шахтный хлоратор.
2. Хлорирование в кипящем слое, хлораторы кипящего слоя.
3. Хлорирование в расплаве хлоридов, сравнение с классическими вариантами, «солевой» хлоратор.

Темы практических занятий:

1. Материальный баланс по ценному компоненту.

Название лабораторной работы:

1. Спекание рудного материала с гидродифторидом аммония, определение степени реагирования.

Раздел 5. Схемы цепи аппаратов конденсации

Особенности процессов хлорирования титановых шлаков, лопарита и циркона.

Тема лекции:

1. Пылеулавливание после процессов хлорирования титановых шлаков, лопарита и циркона.
2. Разделение парогазовой смеси на компоненты по температурам кипения после процессов хлорирования титановых шлаков, лопарита и циркона.
3. Аппаратурное оформление процессов пылеулавливания и разделения парогазовой смеси на компоненты после процессов хлорирования титановых шлаков, лопарита и циркона.

Темы практических занятий:

1. Расчет извлечения компонента в технологической схеме.

Раздел 6. Процессы спекания

Вращающиеся трубчатые, барабанные и шнековые печи.

Тема лекции:

1. Особенности процессов спекания в технологии переработки руд редких элементов, проведение процессов во вращающихся и шнековых печах.
2. Конструктивные особенности трубчатых, барабанных и шнековых печей, их расчет.

Темы практических занятий:

1. Расчет полного материального баланса технологической схемы.

Раздел 7. Выщелачивание

Реакционные аппараты, пачуки, автоклавы, работающие на остром и глухом паре.

Тема лекции:

1. Выщелачивание и растворение руд и концентратов редких элементов.

Темы практических занятий:

1. Расчет полного теплового баланса технологической схемы.

Название лабораторной работы:

1. Выщелачивание рудного материала кислотами, определение степени реагирования.

Раздел 8. Оборудование процессов очистки соединений редких элементов

Экстракция; колонные, ящичные и центробежные экстракторы; расчет экстракционных каскадов.

Тема лекции:

1. Экстракционная очистка соединений редких элементов, аппаратное оформление процессов.

Темы практических занятий:

1. Расчет экономических показателей технологической схемы.

Раздел 9. Оборудование сорбционных процессов

Аппараты с неподвижным и движущимся слоем сорбента.

Тема лекции:

1. Применение ионного обмена для очистки соединений редких элементов.
2. Аппаратное оформление процессов ионного обмена.

Название лабораторной работы:

1. Изучение аппаратного оформления сорбционных процессов.

Раздел 10. Оборудование процессов ректификации

Очистка тетрахлорида титана и разделения пентахлоридов ниобия и тантала.

Тема лекции:

1. Применение высокотемпературной ректификации для разделения хлоридов редких элементов, аппаратное оформление процесса.

Раздел 11. Оборудование для получения и рафинирования редких металлов

Аппараты для магнийтермического восстановления тетрахлорида титана и сепарации титановой губки; аппарат для иодидного рафинирования редких металлов; высокочастотные индукционные печи; электродуговые вакуумные печи для переплавки и рафинирования редких металлов; электроннолучевые установки в технологии получения и рафинирования редких металлов; установки низкотемпературной плазмы и их применение в промышленности редких металлов

Тема лекции:

1. Очистка от примесей соединений редких элементов методами высокотемпературной обработки, аппаратное оформление процессов рафинирования.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск литературы и электронных источников информации по проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Подготовка к лабораторным работам;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.
- Выполнение индивидуального домашнего задания.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики» / специализация «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Основная литература

1. Богатырева, Е. В. Прогрессивные технологии производства редких металлов : учебное пособие / Е. В. Богатырева. — Москва : МИСИС, 2013. — 62 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/47417> (дата обращения: 11.03.2018). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Получение соединений тугоплавких металлов : учебное пособие / В. С. Челноков, И. В. Блинков, В. Н. Аникин, Д. С. Белов. — Москва : МИСИС, 2015. — 60 с. — ISBN 978-5-87623-850-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/69756> (дата обращения: 11.03.2018). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Медведев, А. С. Современные методы и оборудование металлургии и материаловедения : оборудование гидрометаллургических процессов : учебное пособие / А. С. Медведев, П. В. Александров. — Москва : МИСИС, 2016. — 217 с. — ISBN 978-5-906846-02-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93602> (дата обращения: 11.03.2018). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Поникаров, Иван Ильич. Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки (примеры и задачи) : учебное пособие для вузов / И. И. Поникаров, С. И. Поникаров, С. В. Рачковский. — Москва: Альфа-М, 2011. — 718 с.: ил.. — Текст : непосредственный. — **7 экз.**
2. Основные процессы и аппараты химической технологии : пособие по проектированию / под ред. Ю. И. Дытнерского. — 5-е изд., стер. — Москва: Альянс, 2010. — 493 с.: ил., черт. — Текст : непосредственный. — **48 экз.**

3. Тураев, Николай Степанович. Химия и технология урана / Н. С. Тураев, И. И. Жерин; Томский политехнический университет. — Москва: Руда и металлы, 2006. — 396 с.: ил. — Текст : непосредственный. — 27 экз.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Книги по процессам и аппаратам <http://hemsintez24.ru/processy-i-apparaty-himicheskoy-tehnologii>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

- Антивирус ESET NOD32 Antivirus Business Edition (NBE-RN-2-500);
- Microsoft Office Standart 2016;
- Microsoft Windows 8 Enterprise Academic Edition;
- Acrobat Professional DC 2015 Academic Edition License Russian Multiple Platforms.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	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	2	3	4
	Процессы и аппараты предприятий редкометаллической промышленности	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 120 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. Acrobat Reader DC; Chrome; Corretto JRE 8; Far Manager; Flash Player; K-Lite Codec Pack Full; MathType 6.9 Lite; Notepad++; Office 2016 Standard Russian	634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 332

		Academic ; Visual C++ Redistributable Package; Webex Meetings; WinDjView; Zoom; 7-Zip	
		Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) Компьютер - 1 шт. Цифровой стереоскопический микроскоп Альтами ПС 2/4 - 1 шт.;Центрифуга ОПН 8 1990г - 1 шт.;Технологическая лаборатория - 1 шт.;Ультразвуковая ванна "Sonorex" - 1 шт.;	634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 322А

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЯТЦ		А.С. Кантаев

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения Ядерно-топливного цикла
(протокол от 28.06 2019г. №_16_).

Руководитель выпускающего отделения ЯТЦ
д.т.н, профессор


подпись /А.Г. Горюнов/

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЯТЦ ИЯТШ
2020/2021 уч. год	Внесены изменения в п.6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	<u>Протокол №28-д от 25.06.2020</u>
2021/2022 уч.год	Внесены изменения в п.6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	<u>Протокол №43-д от 31.08.2021</u>
2022/2023 уч.год	Внесены изменения в п.6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	<u>Протокол №58 от 31.08.2022</u>