

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.

«06» нояб 2020г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРИЕМ 2020 г.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

**Процессы и аппараты предприятий редкометалльной
промышленности**

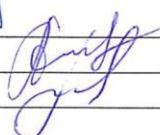
Направление подготовки/ специальность	18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Химическая технология материалов современной энергетики		
Специализация	Химическая технология материалов ядерного топливного цикла		
Уровень образования	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
---------	---------------------------------	--------------

Заведующий кафедрой –
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.5.5 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 к 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

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: 14.05.2020). — 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: 14.05.2020). — 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: 14.05.2020). — 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.
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.
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.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

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

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

7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; Cisco Webex Meetings; Far Manager; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; WinDjView; Zoom Zoom.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

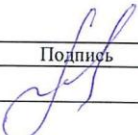
В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (лекционная) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 332	Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 120 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634028 г. Томск, Ленина проспект, д.2, 322а	Комплект учебной мебели на 20 посадочных мест; Шкаф вытяжной - 1шт.; Шкаф для документов - 2шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Стол химический – 8 шт.; Стол письменный - 1 шт.; тумбочка-1 шт.; Рулонный экран - 1 шт. Компьютер - 1 шт; . Проектор -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.; Весы ВЛТ-510-П - 1 шт.; Весы AND HL-400 - 2 шт;
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 326	Доска аудиторная настенная - 1 шт.;Шкаф для хранения реактивов - 3 шт.;Шкаф для документов - 1 шт.;Тумба стационарная - 1 шт.;Стол лабораторный - 2 шт.;Комплект учебной мебели на 20 посадочных мест; Компьютер - 2 шт.; Телевизор - 1 шт. Весы электрон. SCOUT SC 2020 - 1 шт.;Баня БКЛ-М лабораторная комбинированная - 1 шт.;Блок питания Б5-71 - 1 шт.;Весы лабораторные технич.ЛВ 210-А - 1

		шт.;Устройство для сушки хим. посуды ПЭ-2000 - 1 шт.;рН-метр /ионометр ИТАН - 1 шт.;Пипетка одноканальная 100-1000мкл Лайт - 1 шт.;Шкаф сушильный SNOL 58/350 - 1 шт.;Пипетка одноканальная 100-1000мкл - 1 шт.;Лабораторные весы CE 1502-С - 1 шт.;
--	--	--

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 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЯТЦ		А.С. Кантаев

Программа одобрена на заседании выпускающего отделения ЯТЦ
(Протокол №28-д от 25.06.2020).

Заведующий кафедрой - руководитель Отделения ЯТЦ
д.т.н, профессор

 /А.Г. Горюнов/
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЯТЦ ИЯТШ (протокол)
2021/2022 уч.год	Внесены изменения в п.6 Учебно-методическое и информационноеобеспечение дисциплины	<u>Протокол №43-д</u> <u>от31.08.2021</u>
2022/2023 уч.год	Внесены изменения в п.6 Учебно-методическое и информационноеобеспечение дисциплины	<u>Протокол №58</u> <u>от 31.08.2022</u>