

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТШ

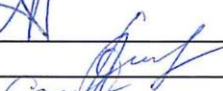
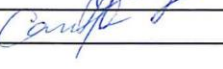
Долматов О.Ю.

«__» _____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Методы получения чистых веществ		
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	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6	
Виды учебной деятельности	Временной ресурс	
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	24
	Практические занятия	-----
	Лабораторные занятия	56
	ВСЕГО	80
Самостоятельная работа, ч		136
ИТОГО, ч		216

Вид промежуточной аттестации	экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЯТЦ ИЯТШ
------------------------------	---------	------------------------------	-----------

Заведующий кафедрой - руководитель Отделения		Горюнов А.Г.
Руководитель ООП		Леонова Л.А.
Преподаватель		Сачкова А.С.

2020 г.

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 освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ПК(У)-3	Способность анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию	ПК(У)-3.В5	Владеет и управляет процессами, обеспечивающими получение чистого вещества, отвечающего требованиям.
		ПК(У)-3.В6	Владеет и подбирает необходимое технологическое и аналитическое оборудование для получения чистых веществ.
		ПК(У)-3.У5	Умеет применить на практике методы / комбинацию методов очистки веществ.
		ПК(У)-3.У6	Умеет обосновать выбор устройств и установок для получения чистых веществ.
		ПК(У)-3.35	Знает процессы получения чистого вещества на производстве.
		ПК(У)-3.36	Знает устройство основной аппаратуры для получения чистых веществ.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 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	Уметь анализировать и выбрать оптимальный метод очистки вещества, необходимые реагенты и технологические параметры процесса.	ПК(У)-3
РД-2	Иметь опыт работы с типовыми установками очистки веществ.	

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. Классификация чистых веществ. Примеси.	РД-1 Уметь анализировать и выбрать оптимальный метод очистки вещества, необходимые реагенты и технологические параметры процесса.	Лекции	2
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	3
		Самостоятельная работа	6
Раздел 2. Дистилляционные методы очистки веществ	РД-2 Иметь опыт работы с типовыми установками очистки веществ.	Лекции	5
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	16
Раздел 3. Получение чистых, неорганических веществ методом сублимации	РД-1 Уметь анализировать и выбрать оптимальный метод очистки вещества, необходимые реагенты и технологические параметры процесса.	Лекции	2
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	16
Раздел 4. Кристаллизация из растворов	РД-2 Иметь опыт работы с типовыми установками очистки веществ.	Лекции	2
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	16
Раздел 5. Кристаллизация из расплава	РД-1 Уметь анализировать и выбрать оптимальный метод очистки вещества, необходимые реагенты и технологические параметры процесса.	Лекции	5
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	16
Раздел 6. Способы адсорбционной очистки веществ	РД-1 Уметь анализировать и выбрать оптимальный метод очистки вещества, необходимые реагенты и технологические параметры процесса.	Лекции	2
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	7
		Самостоятельная работа	18
Раздел 7. Химические методы очистки веществ	РД-1 Уметь анализировать и выбрать оптимальный метод	Лекции	2
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	16

неорганических веществ при помощи химических транспортных реакций	анализировать и выбрать оптимальный метод очистки вещества, необходимые реагенты и технологические параметры процесса.	Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	16
Раздел 9. Получение чистых, неорганических веществ электрохимическими методами.	РД-2 Иметь опыт работы с типовыми установками очистки веществ.	Лекции	2
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	16

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Классификация чистых веществ. Примеси.

Классификация веществ. Особо чистые вещества. Химические и «физические» примеси. Нормирование микропримесей. Классификация особо чистых веществ. Влияние внешних загрязнений на процессы глубокой очистки веществ. Условия проведения очистки.

Названия лабораторных работ:

1. Чистые вещества. Классификация

Раздел 2. Дистилляционные методы очистки веществ

Основные понятия, законы. Однократная перегонка. Перегонка в вакууме. Перегонка с водяным паром. Многократная перегонка. Коэффициент разделения. Фракционная перегонка. Теоретические основы ректификационного процесса глубокой очистки веществ. Типовые схемы промышленных установок.

Названия лабораторных работ:

1. Очистка веществ перегонкой

Раздел 3. Получение чистых, неорганических веществ методом сублимации

Сублимация. Десублимация. Квасисублимация. Фазовые диаграммы для процесса сублимация-десублимация процессов. Сублимация в инертном газе-носителе. Сублимация с поверхности расплава. Фракционная сублимация. Вакуумная сублимация. Зонная сублимация. Сублимация в псевдоожиненном слое. Сублимационная сушка. Схемы аппаратов. Преимущества сублимации.

Названия лабораторных работ:

1. Сублимационная очистка неорганических веществ

Раздел 4. Кристаллизация из растворов

Характеристика процессов кристаллизации. Равновесие при кристаллизации. Выбор растворителя. Образование зародышей. Рост кристаллов. Скорость кристаллизации. Способы кристаллизации. Кристаллизация с удалением части растворителя. Кристаллизация с охлаждением или нагреванием раствора. Комбинированные способы. Влияние условий кристаллизации на свойства кристалла. Аппаратурное оформление. Достоинства и недостатки.

Названия лабораторных работ:

1. Очистка неорганических веществ методом перекристаллизации.

Раздел 5. Кристаллизация из расплава

Зарождение и рост кристаллов. Влияние примесей. Коэффициент разделения. Однократная направленная кристаллизация. Многократная направленная кристаллизация. Метод Киропулоса. Метод Чохральского. Метод Бриджмена-Стокбаргера. Метод Вернейля. Оборудование Требования к свойствам материала тигля. Бестигельная плавка. Теоретические основы зонной плавки. Распределение примеси по длине слитка Факторы, влияющие на эффективность процесса. Варианты использования аппаратуры.

Раздел 6. Способы адсорбционной очистки веществ

Явление адсорбции. Изотерма адсорбции. Физико – химическая классификация. Виды промышленных адсорбентов. Адсорберы: конструкция адсорбера с неподвижным зернистым адсорбентом; конструкция адсорбера с движущимся слоем зернистого адсорбента; адсорберы с псевдооживленным слоем пылевидного адсорбента; Многоступенчатый адсорбер с кипящим слоем поглотителя. Достоинства и недостатки метода, аппаратного оформления.

Названия лабораторных работ:

1. Адсорбционная очистка неорганических веществ

Раздел 7. Химические методы очистки веществ

Избирательное комплексообразование в растворах. Избирательное окисление и восстановление микропримесей или основного вещества. Гидридный метод. Использование металлоорганических соединений (МОС). Избирательное галогенирование. Карбонильный метод. Характеристика процессов осаждения из растворов. Характеристика и классификация процессов осаждения и соосаждения. Очистка растворов от примесей путем соосаждения. Диаграмма Пурбэ. Физические и химические методы очистки. Рядовые концентраты. Глубокая очистка рядового концентрата. Химическое обогащение. Достоинства и недостатки методов.

Названия лабораторных работ:

1. Выделение индивидуальных гидроксидов из водных растворов методом последовательного осаждения
2. Химическая очистка руд от примесей.

Раздел 8. Получение особо чистых, неорганических веществ при помощи химических транспортных реакций

Способы осуществления транспорта газовой фазы: миграция в потоке, диффузия или конвекция. Термодинамическая оценка эффективности очистки вещества методом транспортных реакций. Аппаратурное оформление процессов очистки веществ методом транспортных реакций.

Названия лабораторных работ:

1. Очистка веществ методом транспортных реакций

Раздел 9. Получение чистых, неорганических веществ электрохимическими методами.

Электрохимические процессы. Электролиз. Электродиализ. Электродиализ. Электродиализ с неселективными и селективными (ионитовыми) мембранами. электродиализаторы. Метод ионных подвижностей. Аппаратурное оформление. Амальгамный метод.

Названия лабораторных работ:

1. Электрохимические методы глубокой очистки неорганических веществ

5. Организация самостоятельной работы студентов

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

- Поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Проработка и дополнение лекционного материала;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации по теме реферата;
- Взаимное рецензирование рефератов;
- Выполнение домашних заданий и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным занятиям;
- Подготовка к контрольным работам;
- Подготовка к экзамену.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

1. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс : учебник : в 2 книгах / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [и др.] ; под редакцией В. Г. Айнштейна. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Книга 2 : Книга 2 — 2019. — 876 с. — ISBN 978-5-8114-2975-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111194> (дата обращения: 01.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Дамаскин, Б. Б. Электрохимия : учебное пособие / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 672 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/58166> (дата обращения: 01.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Нифталиев, С. И. Теория и практика очистки неорганических веществ : учебное пособие / С. И. Нифталиев, С. Е. Плотникова, А. В. Астапов. — Воронеж : ВГУИТ, 2014. — 63 с. — ISBN 978-5-00032-058-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/72914> (дата обращения: 01.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Ягодковский, В. Д. Адсорбция : учебное пособие / В.Д. Ягодковский. — эл. изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2015. — 219 с. — ISBN 978-5-9963-2909-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/66353> (дата обращения: 01.06.2020) — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. 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: 01.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Основы химической технологии : учебно-методическое пособие / под общей редакцией Г. И. Остапенко. — Тольятти : ТГУ, 2018. — 387 с. — ISBN 978-5-8259-1380-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/139961> (дата обращения: 01.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Баранов, Д. А. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / Д. А. Баранов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 408 с. — ISBN 978-5-8114-4984-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130186> (дата обращения: 03.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам
http://window.edu.ru/catalog/resources?p_rubr=2.2.74.7.4
2. Классификация химических реактивов по степени чистоты по различным стандартам
<https://www.dia-m.ru/page.php?pageid=51268>
3. Книги по процессам и аппаратам <http://hemsintez24.ru/processy-i-apparaty-himicheskoy-tehnologii>
4. Электронно-библиотечная система Лань <https://e.lanbook.com/>

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

Acrobat Reader DC; Chrome; Flash Player; K-Lite Codec Pack Full; Office 2016 Standard Russian Academic; Webex Meetings; WinDjView; Zoom; 7-Zip.

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 (научная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 017	Комплект оборудования для проведения лабораторных занятий по дисциплине: – Комплект учебной мебели на 3 посадочных мест; – Компьютер - 2 шт. – Печь вакуумная переплавки и рафинировки кремния, ЭВП-1600 - 1 шт.; – Ротационный испаритель Hei-VAP Precision ML/G1. Heidolph. Германия с вакуумным насосом - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория), 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 016	Комплект оборудования для проведения лабораторных занятий по дисциплине: – Комплект учебной мебели на 6 посадочных мест; – Модуль фильтрации и очистки химических растворов CF01BM PP - 1 шт.; – Весы электронные КЕРН - 1 шт. – Печь муфельная ЭКПС V10A - 1 шт.; – Весы ВСЛ-200/1 - 1 шт.; – Насос вакуумный НВ-4 - 1 шт.; – Весы электронные ВСТ-600 - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего	Комплект оборудования для проведения лабораторных занятий по дисциплине: – Доска аудиторная настенная - 1 шт.; – Шкаф для хранения реактивов - 1 шт.;

	контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория), 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 338	– Шкаф для посуды - 2 шт.; – Шкаф вытяжной - 2 шт.; – Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест; – Устройство д/сушки лаб.посуды ПЭ-2010 - 1 шт.; – Бидистиллятор стеклянный БС - 1 шт.; – Перемешивающее устройство ПЭ-8310(со штативом) - 1 шт.; – Перемешивающее устройство ПЭ-8310 (со штативом) - 1 шт.; – Баня БКЛ-М лабораторная комбинированная - 1 шт.; – Весы электронные ACCULAB ALC 210 d4 - 1 шт.; – Микродозатор одноканальный переменного объема на 1000 мкл. - 2 шт.; – Лабораторный электрохимический стенд - 1 шт.; – Магнитная мешалка ПЭ-6110 с подогревом - 2 шт.; – Столы островные РМ-3000 – 3 шт.
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 332	Комплект оборудования для проведения лекций по дисциплине: - Доска аудиторная настенная - 2 шт.; - Комплект учебной мебели на 120 посадочных мест; - Компьютер - 1 шт.; - Проектор - 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. Сачкова

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

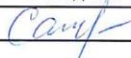
Заведующий кафедрой - руководитель Отделения ЯТЦ
д.т.н, профессор

_____/ Горюнов А.Г./
подпись

	контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория), 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 338	– Шкаф для посуды - 2 шт.; – Шкаф вытяжной - 2 шт.; – Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест; – Устройство д/сушки лаб.посуды ПЭ-2010 - 1 шт.; – Бидистиллятор стеклянный БС - 1 шт.; – Перемешивающее устройство ПЭ-8310(со штативом) - 1 шт.; – Перемешивающее устройство ПЭ-8310 (со штативом) - 1 шт.; – Баня БКЛ-М лабораторная комбинированная - 1 шт.; – Весы электронные ACCULAB ALC 210 d4 - 1 шт.; – Микродозатор одноканальный переменного объема на 1000 мкл. - 2 шт.; – Лабораторный электрохимический стенд - 1 шт.; – Магнитная мешалка ПЭ-6110 с подогревом - 2 шт.; – Столы островные РМ-3000 – 3 шт.
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 332	Комплект оборудования для проведения лекций по дисциплине: - Доска аудиторная настенная - 2 шт.; - Комплект учебной мебели на 120 посадочных мест; - Компьютер - 1 шт.; - Проектор - 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. Сачкова

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

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

 / Горюнов А.Г./
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании подразделения (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>от31.08.2022</u>