

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.
« » _____ 2020г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Процессы и аппараты химической технологии

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	2, 3	семестр	4, 5
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6 4/2		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		40
	Практические занятия		16
	Лабораторные занятия		40
	ВСЕГО		96
Самостоятельная работа, ч			136
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			курсовая работа
ИТОГО, ч			216

Вид промежуточной аттестации	Экзамен Диф. зачет	Обеспечивающее подразделение	ОЯТЦ ИЯТШ
Заведующий кафедрой - руководитель Отделения			Горюнов А.Г.
Руководитель ООП			Леонова Л.А.
Преподаватель			Кантаев 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	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов обучения	
			Код	Наименование
ОПК(У)-1	Способность использовать математические и естественнонаучные знания для решения задач своей профессиональной деятельности	Р6	ОПК(У)-1.В11	Методами расчета и анализа процессов в химических аппаратах для оценки эффективности работы химических производств, определения технологических показателей, методами выбора химических аппаратов
			ОПК(У)-1.В12	Владеет опытом проектирования основных аппаратов химических технологий
			ОПК(У)-1.В13	Владеет опытом проведения типовых химико-технологических процессов
			ОПК(У)-1.У12	Умеет определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи, а также основные методы интенсификации, повышения эффективности и оптимизации типовых химико-технологических процессов
			ОПК(У)-1.У13	Умеет произвести выбор типа аппарата и произвести расчет технологических параметров для заданного процесса, определить параметры наилучшей организации процесса в химическом аппарате, его технологическую эффективность
			ОПК(У)-1.У14	Умеет эксплуатировать современные аппараты химической технологии
			ОПК(У)-1.312	Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов, основные уравнения движения жидкостей, основы теории теплопередачи, основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз, методы расчета тепло- и массообменной аппаратуры
			ОПК(У)-1.313	Знает типы и виды аппаратов, основные технологические параметры процессов для объектов профессиональной деятельности, знать основные методы интенсификации, повышения эффективности и оптимизации типовых химико-технологических процессов
ОПК(У)-3	Способность к использованию методов математического моделирования отдельных стадий и всего	Р8	ОПК(У)-3.В3	Владеет навыками сравнительной характеристики физического и математического моделирования при решении химико-технологических задач
			ОПК(У)-3.У3	Умеет применять законы, уравнения, теории процессов и аппаратов химической технологии при изучении и разработке химико-технологических процессов, методы физического и математического моделирования

Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов обучения	
			Код	Наименование
	технологического процесса, к проведению теоретического анализа и экспериментальной проверке адекватности модели		ОПК(У)-3.33	Знает основные закономерности процессов и общие принципы расчета аппаратов химической технологии, методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой 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 применять знания законов, теорий, уравнений, методов процессов и аппаратов химической технологии при изучении и разработке химико-технологических процессов	ОПК(У)-1
РД-2	Уметь выполнять при разработке технических проектов технологический расчёт основных аппаратов химических технологий, включая материальный, термодинамический, тепловой, массообменный и гидравлический расчёты	ОПК(У)-3

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. Основные закономерности процессов и общие принципы расчета аппаратов химической технологии	РД-1 Уметь применять знания законов, теорий, уравнений, методов процессов и аппаратов химической технологии при изучении и разработке химико-технологических процессов	Лекции	2
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	22
Раздел 2. Гидромеханические процессы и аппараты	РД-1 Уметь применять знания законов, теорий, уравнений, методов процессов и аппаратов химической технологии при изучении и разработке химико-технологических процессов	Лекции	8
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	16
		Самостоятельная работа	22
Раздел 3. Разделение неоднородных систем	РД-2 Уметь выполнять при разработке технических проектов технологический расчёт основных аппаратов химических технологий, включая материальный, термодинамический, тепловой, массообменный и гидравлический расчёты	Лекции	6
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	20
Раздел 4. Теплообменные процессы и аппараты	РД-1 Уметь применять знания законов, теорий, уравнений, методов процессов и аппаратов химической технологии при изучении и разработке химико-технологических процессов	Лекции	8
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	16
		Самостоятельная работа	22
Раздел 5. Массообменные процессы и аппараты	РД-1 Уметь применять знания законов, теорий, уравнений, методов процессов и аппаратов химической технологии при изучении и разработке химико-технологических процессов	Лекции	6
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	–
		Самостоятельная работа	22
Раздел 6. Современные проблемы в области процессов и аппаратов химической промышленности	РД-2 Уметь выполнять при разработке технических проектов технологический расчёт основных аппаратов химических технологий, включая материальный, термодинамический, тепловой, массообменный и гидравлический расчёты	Лекции	2
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	28

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основные закономерности процессов и общие принципы расчета аппаратов химической технологии

Предмет и задачи курса процессов и аппаратов химической технологии. Общие сведения о процессах химической технологии. Место и роль процессов и аппаратов химической технологии в современном мире химической промышленности.

Классификация основных процессов и аппаратов химической технологии. Роль и

взаимосвязь типовых процессов в химической технологии. Непрерывные и периодические процессы. Стационарные и нестационарные процессы. Теоретические основы процессов химической технологии.

Раздел 2. Гидромеханические процессы и аппараты

Основы гидравлики. Введение в гидравлику. Предмет и задачи гидравлики - науки о закономерностях поведения жидкостей. Основные понятия, термины и определения: системы координат: гидродинамические понятия точки, элементарного объема, элементарной поверхности, элементарной частицы. Классификация сил, действующих на жидкость. Основные физические свойства жидкостей: плотность и удельный вес, сжимаемость, свойство жидкости к расширению, поверхностное натяжение. Основные задачи гидростатики. Абсолютный и относительный покой жидкости. Предмет и задачи гидродинамики - науки о закономерностях поведения движущейся жидкости. Понятия о скоростях движения: локальная и средняя скорости. Представление о потоке жидкости как потоке элементарных частиц: линия тока, элементарная струйка (трубка тока), поток. Основные характеристики движения жидкостей: скорость потока, объёмный и массовый расходы. Гидродинамические режимы течения жидкостей в условиях внутренней и внешней задач гидродинамики. Основные уравнения гидродинамики: дифференциальные уравнения неразрывности потока и движения жидкости Навье-Стокса и Эйлера.

Раздел 3. Разделение неоднородных систем

Классификация неоднородных систем и методов разделения. Определение, возникновение, основные свойства и характеристики неоднородных систем. Цели и задачи процессов разделения. Принципы выбора методов разделения и сравнительные оценки эффективности процессов разделения. Основы составления материального баланса процессов разделения. Разделение неоднородных систем осаждением в поле действия гравитационных сил (отстаивание). Основные закономерности процесса, задачи и методы расчета. Разделение неоднородных систем фильтрованием. Физическая сущность, виды и методы фильтрования. Способы создания движущей силы процессов фильтрования. Основное уравнение фильтрования и его анализ с точки зрения повышения эффективности процесса.

Раздел 4. Теплообменные процессы и аппараты

Тепловые процессы в химической технологии, их роль и значение в проведении химико-технологических процессов. Классификация способов переноса теплоты. Стационарный и нестационарный процессы теплопереноса. Основные понятия, определения и теплофизические свойства веществ: температурное поле, температурный градиент, тепловой поток, теплоёмкость, энтальпия, теплопроводность и температуропроводность. Движущие силы процессов теплообмена. Тепловое равновесие. Основные задачи статики и кинетики процессов теплообмена. Тепловые балансы. Назначение, цель и методы составления тепловых балансов. Виды тепловых балансов для различных теплообменных процессов. Передача теплоты теплопроводностью. Коэффициент теплоотдачи и движущая сила. Теплоотдача в условиях естественной и вынужденной конвекции без изменения агрегатного состояния теплоносителей. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния теплоносителей (конденсация паров и кипение жидкостей). Теплопередача. Основное уравнение теплопередачи при постоянных и переменных температурах теплоносителей. Принципы расчета коэффициентов теплопередачи. Движущая сила процессов теплопередачи. Практическое использование уравнения теплопередачи в проектных и поверочных расчётах.

Выпаривание. Назначение и сущность процессов выпаривания. Движущая сила процесса. Однократный и многократный процессы выпаривания. Материальный и тепловой балансы процессов выпаривания. Понятия о располагаемой и общей полезной разности

температур. Распределение полезной разности температур многокорпусных выпарных установок по корпусам.

Раздел 5. Массообменные процессы и аппараты

Значение процессов массопереноса в химической технологии. Движущая сила процессов массопереноса, классификация и общая характеристика массообменных процессов с участием газовой, жидкой и твердой фаз (массообменные процессы со свободной и фиксированной границами раздела фаз): абсорбция (десорбция), адсорбция, дистилляция, экстракция, кристаллизация, сушка.

Материальные балансы процессов массопереноса. Общие сведения и характеристика процессов массопереноса в пределах объема одной фазы: молекулярная и конвективная диффузия. Уравнение массоотдачи и коэффициенты массоотдачи.

Массопередача. Уравнения массопередачи, определение средних движущих сил процессов массопередачи.

Основы расчета массообменных аппаратов.

Абсорбция. Определение и общая характеристика процессов абсорбции. Практические области применения абсорбции. Физико-химические основы процессов массопереноса в системах газ-жидкость.

Общая методика технологического и конструктивного расчетов абсорбционных аппаратов. Основные тенденции оптимизации режимно-технологических и конструктивных параметров процесса абсорбции.

Сложная перегонка (ректификация). Определение и физико-химические основы ректификационного разделения жидких смесей. Схемы установок непрерывной и периодической ректификации. Принципы составления материального и теплового балансов. Основные показатели процесса ректификации: флегмовое число и коэффициент питания. Графическое представление процесса ректификации на t-x-y диаграмме.

Основные методы и особенности технологического расчёта ректификационных колонных аппаратов и подбор вспомогательного оборудования. Способы интенсификации процессов ректификации.

Жидкостная экстракция. Краткие сведения и общая характеристика процессов экстракции в системах жидкость-жидкость. Равновесие в системах жидкость-жидкость, изотермы экстракции и треугольные диаграммы. Материальный баланс процесса жидкостной экстракции и основные кинетические закономерности процесса. Способы проведения экстракции и основные типы экстракционных аппаратов. Принципы технологического расчёта экстракторов.

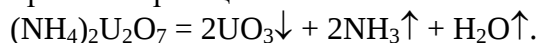
Часть 6. Современные проблемы в области процессов и аппаратов в химической промышленности

Проблемные вопросы создания замкнутых и малоотходных экологически чистых технологических производств. Увеличение мощности единичных аппаратов. Новые процессы и аппараты. Использование методов САПР в проектировании типовых химико-технологических аппаратов.

Тематика курсовых работ (теоретический раздел):

1. Разработать конструкцию пачука и рассчитать каскад аппаратов для выщелачивания урановой руды производительностью 1 т/час по исходной твердой урановой руде. Руда – уранинит.
2. Разработать конструкцию сушильной печи для сушки производительностью 200 кг/час. Влажность исходного ильменитового концентрата 10 %. Влажность высушенного ильменитового концентрата 0,5 %.
3. Разработать конструкцию прокалочной печи для прокалики диураната аммония

производительностью 500 кг/час по исходному веществу. При прокалке диурната аммония протекает реакция:



Температура прокалки 600-700 °С.

4. Разработать конструкцию ректификационной колонны для ректификационной очистки TiCl_4 от SiCl_4 . Содержание SiCl_4 в исходном TiCl_4 составляет 1,5 %. Производительность по очищенному TiCl_4 – 100 кг/час.

5. Разработать конструкцию осветлительного фильтра производительностью 50 м³/час для очистки воды от коллоидно-взвешенных веществ. Содержание взвешенных веществ в исходной воде 350 мг/кг.

6. Разработать конструкцию катионообменного фильтра производительностью 60 м³/час для удаления из воды растворенных в ней катионов. Содержание Ca^{2+} – 23,4 мг/кг; Mg^{2+} – 5,2 мг/кг; Na^+ – 1,16 мг/кг.

7. Разработать конструкцию и рассчитать теплообменник для охлаждения газового потока состава 75 % UF_6 ; 7 % F_2 ; 18 % O_2 . Расход газового потока – 20 м³/час. Охладить газовый поток необходимо от 300 до 65 °С. Охлаждающая среда – вода, ее температура увеличивается от 20 до 80 °С.

8. Разработать конструкцию анионообменного фильтра производительностью 55 м³/час для удаления из воды растворенных в ней анионов. Содержание Cl^- – 8,8 мг/кг; SO_4^{2-} – 2,96 мг/кг.

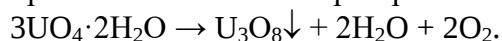
9. Разработать конструкцию и рассчитать реактор с мешалкой (агитатор) для осаждения диурната аммония $(\text{NH}_4)_2\text{U}_2\text{O}_7$ из уранилнитрата $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ 25 %-ным водным раствором NH_3 (NH_4OH). Производительность по $(\text{NH}_4)_2\text{U}_2\text{O}_7$ – 100 кг/час. При осаждении протекает реакция:



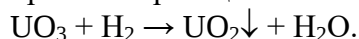
10. Разработать конструкцию и рассчитать ректификационную колонну TiCl_4 от FeCl_3 . Содержание FeCl_3 в исходном TiCl_4 составляет 2,5 %. Производительность по очищенному TiCl_4 – 90 кг/час.

11. Разработать конструкцию и рассчитать выпарной аппарат для получения уранилнитрата $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ с концентрацией 200 г/л из $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ с концентрацией 50 г/л. Производительность по конечному продукту 250 кг/час.

12. Разработать конструкцию и рассчитать прокалочную печь для получения U_3O_8 из пероксида урана $\text{UO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Производительность по U_3O_8 – 215 кг/час. Температура прокалки 800-900 °С. При прокалке протекает реакция:



13. Разработать конструкцию и рассчитать прокалочную печь для получения UO_2 из UO_3 . Производительность по UO_2 – 80 кг/час. Температура прокалки 500-550 °С. При прокалке протекает реакция:



14. Разработать конструкцию и рассчитать выпарной аппарат для получения насыщенного раствора фторида аммония с концентрацией 550 г/л из NH_4F с концентрацией 50 г/л. Производительность по конечному продукту 700 кг/час.

15. Разработать конструкцию и рассчитать печь для гидрофторирования UO_3 безводным фтороводородом HF . Производительность по UO_3 – 120 кг/час. Температура синтеза 200 °С. При гидрофторировании протекает реакция:
$$\text{UO}_3 + 2\text{HF} \rightarrow \text{UO}_2\text{F}_2 + \text{H}_2\text{O}$$

16. Разработать конструкцию и рассчитать реактор с мешалкой (агитатор) для осаждения диураната аммония $(\text{NH}_4)_2\text{U}_2\text{O}_7$ из уранилнитрата $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ 20 %-ным водным раствором NH_3 (NH_4OH). Производительность по $(\text{NH}_4)_2\text{U}_2\text{O}_7$ – 180 кг/час. При осаждении протекает реакция:
$$2\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 + 6\text{NH}_4\text{OH} = (\text{NH}_4)_2\text{U}_2\text{O}_7 + 4\text{NH}_4\text{NO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$$

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.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс [Электронный ресурс] : в 2 кн. / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [и др.] ; Под ред. В. Г. Айнштейна. - 5-е изд. (эл.). - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 1758 с.: ил. - ISBN 978-5-9963-2214-5. - Текст : непосредственный. - 2 экз.
2. Касаткин, Андрей Георгиевич. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов / А. Г. Касаткин. — 15-е изд., стер. — Москва : Альянс, 2009. — 750 с.: ил. — Текст: непосредственный.
3. Игнатович, Эххард. Химическая техника. Процессы и аппараты : пер. с нем. / Э. Игнатович. — Москва: Техносфера, 2007. — 656 с.: ил. — Текст : непосредственный. — 7 экз.

Дополнительная литература:

1. 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.
2. Лашинский, Александр Александрович. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры : справочник / А. А. Лашинский, А. Р. Толчинский. — 3-е изд., стер. — Москва : Альянс, 2008. — 752 с.: ил. — Текст: непосредственный.
3. Бочкарев, Валерий Владимирович. Графическая часть курсовых и дипломных проектов : учебно-методическое пособие / В. В. Бочкарев, А. А. Ляпков; Томский политехнический университет; Институт дистанционного образования. — Томск : Изд-во ТПУ, 2006. — 99 с.: ил. — Текст: непосредственный.

4. Лабораторный практикум по курсу "Процессы и аппараты". В 2 частях. Ч. 1: Гидромеханические и тепловые процесс / Г. И. Николаев, В. Г. Блекус, Г. Ж. Ухеев [и др.]; - Улан-Удэ : Изд-во ВСГТУ, 2000. – 141 с. - Текст : электронный // Единое окно : информационная система. — URL: <http://window.edu.ru/resource/397/18397> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Лабораторный практикум по курсу "Процессы и аппараты". В 2 частях. Ч. 2: Массообменные процессы / Г. И. Николаев, В. Г. Блекус, Г. Ж. Ухеев [и др.]; - Улан-Удэ : Изд-во ВСГТУ, 2001. – 61 с. - Текст : электронный // Единое окно : информационная система. — URL: <http://window.edu.ru/resource/401/18401> (дата обращения: 11.03.2018). — 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. <http://window.edu.ru/resource/397/18397>
2. <http://techlibrary.ru/>
3. <http://window.edu.ru/resource/401/18401>
4. <http://window.edu.ru/catalog/>

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

1. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
2. Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
3. Document Foundation LibreOffice;
4. Cisco Webex Meetings
5. ZoomZoom.
6. 7-Zip;
7. Adobe Acrobat Reader DC;
8. Adobe Flash Player;
9. AkelPad; Design Science MathType 6.9 Lite;
10. Google Chrome;
11. Mozilla Firefox ESR;
12. Tracker Software PDF-XChange Viewer;
13. WinDjView

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 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	Комплект учебной мебели на 20 посадочных мест; Шкаф вытяжной - 1 шт.; Шкаф для документов - 2шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт.;

	контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 322А	Стол химический – 8 шт.; Стол письменный - 1 шт.; тумбочка-1 шт.; Рулонный экран - 1 шт. Компьютер - 1 шт; . Цифровой стереоскопический микроскоп Альтами ПС 2/4 - 1 шт.; Центрифуга ОПН 8 1990г - 1 шт.; Технологическая лаборатория - 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 /иономер 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 2015 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЯТЦ		А.С. Кантаев

Программа одобрена на заседании кафедры ХТРЭ
(протокол № 16 от 28. 06. 2019 г.).

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 подразделения (протокол)
2019/2020 уч. год	Внесены изменения в п. 7 Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины	<u>Протокол №16 от 28.06.2019</u>
2020/2021 уч. год	Внесены изменения в п.6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	<u>Протокол №28-д от 25.06.2020</u>