

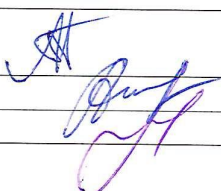
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЯТШ
Долматов О.Ю.
«25» ноябр 2020г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2016 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Процессы и аппараты химической технологии			
Направление подготовки/ специальность Образовательная программа (направленность (профиль)) Специализация Уровень образования	18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики		
	Химическая технология материалов современной энергетики		
	Химическая технология материалов ядерного топливного цикла		
	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		32
	Практические занятия		16
	Лабораторные занятия		32
	ВСЕГО		80
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.

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	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.B11	Методами расчета и анализа процессов в химических аппаратах для оценки эффективности работы химических производств, определения технологических показателей, методами выбора химических аппаратов
			ОПК(У)-1.B12	Владеет опытом проектирования основных аппаратов химических технологий
			ОПК(У)-1.B13	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	Р8	ОПК(У)-1.314	Знает современное химическое оборудование, методы его обслуживания
			ОПК(У)-3.B3	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

Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов обучения	
			Код	Наименование
	всего технологического процесса, к проведению теоретического анализа и экспериментальной проверке адекватности модели			моделирования
			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 проверочных 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.

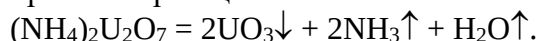
Часть 6. Современные проблемы в области процессов и аппаратов в химической промышленности

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.

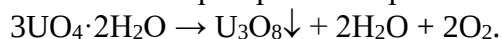
9. Разработать конструкцию и рассчитать реактор с мешалкой (агитатор) для осаждения диурната аммония $(\text{NH}_4)_2\text{U}_2\text{O}_7$ из уранилнитрата $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ 25 %-ным водным раствором NH_3 (NH_4OH). Производительность по $(\text{NH}_4)_2\text{U}_2\text{O}_7$ – 100 кг/час. При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



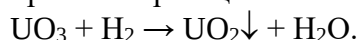
10. Разработать конструкцию и рассчитать ректификационную колонну TiCl_4 от FeCl_3 . Содержание FeCl_3 в исходном TiCl_4 составляет 2,5 %. Производительность по очищенному TiCl_4 – 90 кг/час.

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, Эхард. 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. Лацинский, Александр Александрович. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры : справочник / А. А. Лацинский, 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. AkeelPad; 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 контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория)	Комплект учебной мебели на 20 посадочных мест; Шкаф вытяжной - 1 шт.; Шкаф для документов - 2 шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Стол химический – 8 шт.; Стол письменный - 1 шт.; тумбочка-1 шт.; Рулонный экран - 1 шт.

	634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 322А	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 № 25 от «07» декабря 2016 г.).

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

подпись

 /А.Г. Горюнов/

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании подразделения (протокол)
2017/2018 уч. год	Внесены изменения в п.6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	<u>Протокол № 5 от 23.05.2017</u>
	У кого дисциплина читалась после 2018 г:	
2018/2019 уч. год	Вступили в действие «Система оценивания результатов обучения в ТПУ (Система оценивания)» приказ №58/од от 25.07.2018 г.) «Положение о проведении текущего контроля и промежуточной аттестации в ТПУ приказ №59/од от 25.07.2018 г.», утратили силу «Положение о проведении текущего оценивания и промежуточной аттестации в ТПУ» приказ №88/од от 27.12.2013 г., «Руководящие материалы по текущему контролю и успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета (приказ №77/од от 29.11.2011г.)»	<u>Протокол №3-д от 27.08.2018 г</u>
2019/2020 уч. год	Внесены изменения в п. 7 Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины	<u>Протокол №16 от 28.06.2019</u>