

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИШНПТ

Яковлев А.Н.

«25» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРИЕМ 2019 г.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Процессы и аппараты химической технологии

Направление подготовки/ специальность	18.03.01 Химическая технология		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Химический инжиниринг		
Специализация	Химическая технология керамических и композиционных материалов		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	3	семестр	6
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		32
	Практические занятия		32
	Лабораторные занятия		32
	ВСЕГО		96
Самостоятельная работа, ч			120
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			курсовой проект
ИТОГО, ч			216

Вид промежуточной
аттестации

Экзамен,
диф. зачет

Обеспечивающее
подразделение

НОЦ
Н.М. Кижнера

Заведующий кафедрой –
руководитель НОЦ
Н.М. Кижнера на правах
кафедры

Сараев

Краснокутская Е.А.

Руководитель ООП

Фролова

Ревва И.Б.

Преподаватель

Фролова

Фролова И.В.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов обучения	
		Код	Наименование
ПК(У)-1	Способность и готовность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	ПК(У)-1.B1	Владеет навыками расчета материальных и тепловых балансов химико-технологических систем; проектирования основной аппаратуры данного производства
		ПК(У)-1.U1	Умеет выполнять расчеты при проектировании основной аппаратуры химического производства
		ПК(У)-1.31	Знает материальные, тепловые и технологические расчеты при проектировании основных блоков технологической схемы; системы автоматизированного проектирования
ПК(У)-6	Способность налаживать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств	ПК(У)-6.B1	Владеет методами расчета и анализа процессов в химических аппаратах, методами выбора химических аппаратов
		ПК(У)-6.U1	Умеет выбирать тип аппарата и выполнять расчет технологических параметров; определять оптимальные параметры процесса
		ПК(У)-6.31	Знает основы теории процесса в химическом аппарате, методику выбора и расчета процесса; реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии
ПК(У)-8	Готовность к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования	ПК(У)-8.B1	Методами расчета и анализа процессов в химических аппаратах, методами выбора химических аппаратов
		ПК(У)-8.U1	выбирать тип аппарата и выполнять расчет технологических параметров; определять оптимальные параметры процесса
		ПК(У)-8.31	Основы теории процесса в химическом аппарате, методику выбора и расчета процесса; реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии

2. Место дисциплины 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	Ставить и решать задачи производственного анализа, связанные с созданием и переработкой материалов с использованием моделирования объектов и процессов химической технологии	ПК(У)-4 ПК(У)-8
РД 2	Разрабатывать новые технологические процессы, проектировать и исполь-	ПК(У)-4

	зовать новое оборудование химической технологии, проектировать объекты химической технологии в контексте предприятия , общества и окружающей среды	ПК(У)-8 ПК(У)-9
--	--	--------------------

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. Введение	РД 1	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	10
Раздел 2. Основные закономерности процессов и общие принципы расчета аппаратов химической технологии	РД 1 РД 2	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	30
Раздел 3. Массообменные процессы и аппараты	РД 1 РД 2	Лекции	24
		Практические занятия	26
		Лабораторные занятия	32
		Самостоятельная работа	60
Раздел 4. Современные проблемы в области процессов и аппаратов в химической и нефтехимической промышленности	РД 1 РД 2	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	32
		Самостоятельная работа	20

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение

Предмет и задачи курса процессов и аппаратов химической технологии. Общие сведения о процессах химической технологии. Знакомство с современным состоянием химической и других смежных с ней отраслями промышленности, их основными общими характеристиками и проблемами, а также возможными путями их решения. Место и роль процессов и аппаратов химической технологии в современном мире химической промышленности. Краткая характеристика предмета и задачи данной дисциплины и её роли в деле подготовки высококвалифицированных специалистов для отечественной промышленности в условиях многоуровневой системы высшего образования.

Основные принципы составления математических описаний, анализа и расчета типовых процессов и аппаратов. Основные задачи статики, кинетики и динамики химико-технологических процессов.

Темы лекций:

1. Введение. Теоретические основы описания процессов и аппаратов.

Темы практических занятий:

1. Физические величины и системы единиц измерений. Свойства жидкостей и газов.

Раздел 2. Основные закономерности процессов и общие принципы расчёта аппаратов

Теоретические основы процессов химической технологии. Основные теоретические и экспериментальные методы исследований типовых химико-технологических процессов и аппара-

ратов. Место и роль теоретических и экспериментальных исследований в задачах химической технологии. Исследование механизмов процессов на микро- и макроуровнях. Моделирование химико-технологических процессов.

Темы лекций:

1. Законы сохранения массы, импульса и энергии. Законы термодинамического равновесия;
2. Законы переноса, массы, импульса и энергии.

Темы практических занятий:

1. Физические величины и системы единиц измерений. Свойства жидкостей и газов.

Раздел 3. 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. Основные принципы аналогии между процессами тепло- и массопереноса. Статика и кинетика процессов массопереноса. Основные модели механизмов массопереноса на границе раздела фаз. Уравнение массоотдачи и коэффициенты массоотдачи. Уравнения молекулярной диффузии (1-ый и 2-ой законы Фика). Основные виды критериальных уравнений для расчёта скорости процессов массоотдачи. Массопередача. Уравнения массопередачи, определение средних движущих сил процессов массопередачи. Основы расчёта массообменных аппаратов. Основные типовые конструкции аппаратов колонного типа: массообменные аппараты с фиксированной и со свободной поверхностью контакта фаз, плёночные массообменные аппараты.

Темы лекций:

1. Классификация массообменных процессов. Статика. процессов. Межфазное равновесие.
2. Материальные балансы и линии рабочих концентраций фаз. Движущие силы.
3. Кинетика массообменных процессов: молекулярная и конвективная диффузии. Подобие массообменных процессов.
4. Массоотдача и массопередача. Числа и высоты единиц переноса. Теоретическая и действительная ступень изменения концентраций.
5. Массообменные аппараты. Основные типы и метода расчёта геометрических размеров.
6. Абсорбция. Физико-химические основы и методы технологического расчёта.
7. Перегонка и ректификация. Физико-химические основы и виды процессов. Основы технологического расчёта.
8. Основные методы технологического расчёта процессов ректификации.
9. Жидкостная экстракция, адсорбция, ионный обмен и кристаллизация.
10. Сушка в процессах химической технологии. Статика и кинетика процесса.
11. Диаграмма состояния влажного воздуха и её применение при расчёте сушилок.
12. Материальный и тепловой расчёт процесса сушки. Типовые конструкции сушилок.

Темы практических занятий:

1. Способы выражений концентраций. Расчёт и построение линий равновесия.
2. Расчёт процессов физической абсорбции.
3. Технологический расчёт абсорберов.
4. Расчёт процессов простой перегонки и ректификации.
5. Расчёт процессов непрерывной ректификации бинарных смесей.
6. Технологический расчёт ректификационных колонн.
7. Контрольная работа по расчёту процессов абсорбции и ректификации.
8. Параметры и диаграмма состояния влажного воздуха.
9. Расчёт процессов конвективной сушки влажных материалов

Названия лабораторных работ:

1. Испытание выпарного аппарата;
2. Испытание выпарного аппарата с прямым электрическим нагревом.
3. Исследование гидродинамики насадочных колонных аппаратов
4. Испытание ректификационной колонны
5. Изучение кинетики процесса конвективной сушки влажных материалов

Раздел 4. Современные проблемы в области процессов и аппаратов в химической и нефтехимической промышленности

Проблемные вопросы создания замкнутых и малоотходных экологически чистых технологических производств. Проблемы масштабного перехода и интенсификации. Увеличение мощности единичных аппаратов. Новые процессы и аппараты. Развитие методов кибернетики применительно к задачам анализа и синтеза химико-технологических систем. Использование методов САПР в проектировании типовых химико-технологических аппаратов. Применение достижений нанотехнологии в области процессов и аппаратов химической технологии

Темы лекций:

1. Современные проблемы в области процессов и аппаратов химической технологии и пути их решения.

Темы практических занятий:

1. Расчёт основных теплофизических свойств.

Тематика курсовых проектов

1. Технологический расчёт аппаратов для разделения неоднородных систем осаждением;
2. Технологический проект фильтровальных установок
3. Технологический проект теплообменных аппаратов
4. Технологический проект выпарных установок;
5. Технологический проект абсорбционных установок;
6. Технологический проект ректификационных установок;
7. Технологический проект сушильных установок конвективного типа.

5. Организация самостоятельной работы студентов

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

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Выполнение курсового проекта;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- 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 : 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 1 : Книга 1 — 2019. — 916 с. — ISBN 978-5-8114-2975-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111193> (дата обращения: 09.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. 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: 09.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. 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: 09.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Лукманова, А. Л. Процессы и аппараты химической технологии. Примеры и задачи : учебное пособие / А. Л. Лукманова. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 64 с. — ISBN 978-5-8114-4272-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133888> (дата обращения: 09.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей
2. Павлов, Константин Феофанович. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учебное пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. — 10-е изд., перераб. и доп.. — репринтное издание. — Москва: Альянс, 2013. — 576 с.: ил.. — Библиогр.: с. 502-509.. — ISBN 978-5-91872-031-8.
3. Системный анализ процессов и аппаратов химической технологии : учебное пособие / Э. Д. Иванчина, Е. С. Чернякова, Н. С. Белинская, Е. Н. Ивашкина. — Томск : ТПУ, 2017. — 115 с. — ISBN 978-5-4387-0787-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106767> (дата обращения: 09.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2. Информационное обеспечение

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

1. Электронный курс «Массообменные процессы в химической технологии» <http://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=1126>
2. Электронный курс «Гидромеханические и тепловые процессы в химической технологии» <http://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=1874>

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

ownCloud Desktop Client; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Autodesk AutoCAD Mechanical 2015 Education; Autodesk Inventor Professional 2015 Education; Cisco Webex Meetings; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; PTC Mathcad 15 Academic Floating; PTC Mathcad Prime 6 Academic Floating; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; Wolfram Mathematica 12 Academic Network; 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 (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, 003	Лабораторный стенд "Гидравлические испытания" - 1 шт.; Центрифуга РС-6 - 1 шт.; Лабораторный стенд "Теплообменник" - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 22 посадочных мест.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, 105	Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 28 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, 127	Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Шкаф для документов - 2 шт.; Тумба стационарная - 1 шт.; Тумба подкатная - 1 шт.; Стеллаж - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 17 посадочных мест; Компьютер - 16 шт.; Принтер - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 18.03.01 Химическая технология (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Доцент НОЦ Н. М. Кижнера		Фролова И.В.

Программа одобрена на заседании выпускающего НОЦ Н.М Кижнера (протокол от «26» июня 2019 г. № 4).

Заведующий кафедрой - руководитель
НОЦ Н.М. Кижнера на правах кафедры,
д.х.н., профессор

 /Краснокутская Е.А./
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплин

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ Н.М.Кижнера (протокол)
2020/2021 учебный год	1 Обновлено программное обеспечение 2 Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3 Обновлено содержание дисциплины 4 Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	Протокол от «01» сентября 2020 г. № 5/1