

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИШНПТ

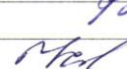
А.Н. Яковлев

«25» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2016 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная

Процессы и аппараты химической технологии			
Направление подготовки/специальность	18.03.01 Химическая технология		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Химическая технология		
Специализация	Машины и аппараты химических производств		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	7, 8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	10 (6 / 4)		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		20
	Практические занятия		12
	Лабораторные занятия		18
	ВСЕГО		50
Самостоятельная работа, ч			310
ИТОГО, ч			360

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	НОЦ Н.М. Кижнера
------------------------------	---------	------------------------------	---------------------

Заведующий кафедрой - руководитель научно-образовательного центра на правах кафедры (НОЦ Н.М. Кижнера) Руководитель ООП Преподаватель		Е.А. Краснокутская
		В.М. Беляев
		Н.В. Усольцева

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
ПК(У)-4	Способен принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	Разрабатывать новые технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование химической технологии, проектировать объекты химической технологии в контексте предприятия, общества и окружающей среды	ПК(У)-4.B2	Владеет методами определения оптимальных технологических режимов работы оборудования
			ПК(У)-4.У2	Умеет определять характер движения жидкостей и газов; характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры
			ПК(У)-4.32	Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы; теории тепло- и массопередачи, типовые процессы, аппараты и методы их расчета
ПК(У)-9	Способен анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование, обеспечивать его высокую эффективность, выводить на рынок новые материалы, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на химико-технологическом производстве, выполнять требования по защите окружающей среды	ПК(У)-9.B3	Владеет навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности
			ПК(У)-9.У3	Умеет анализировать техническую документацию, выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса
			ПК(У)-9.33	Знает физико-химические законы протекания процессов в аппаратах химических производств

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
РД-2	Разрабатывать новые технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование химической технологии, проектировать объекты химической технологии в контексте предприятия, общества и окружающей среды	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	Объём времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Основные закономерности процессов и общие принципы расчёта аппаратов	РД-1	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	—
		Самостоятельная работа	56
Раздел (модуль) 2. Гидромеханические процессы и аппараты	РД-1 РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	66
Раздел (модуль) 3. Теплообменные процессы и аппараты	РД-1 РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	66
Раздел (модуль) 4. Массообменные процессы и аппараты	РД-1 РД-2	Лекции	8
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	122

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основные закономерности процессов и общие принципы расчёта аппаратов

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.

Темы лекций:

1. Введение. Законы сохранения массы, импульса и энергии. Законы термодинамического равновесия. Законы переноса, массы, импульса и энергии.
2. Теоретические основы описания процессов и аппаратов. Основы моделирования.

Темы практических занятий:

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

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.

Гидростатика. Основные задачи гидростатики. Абсолютный и относительный покой жидкости. Основные законы гидростатики. Гидродинамика. Понятия о скоростях движения: локальная и средняя скорости. Методы Лагранжа и Эйлера для описания кинематики жидких сред. Основные характеристики движения жидкостей. Гидродинамические режимы течения жидкостей в условиях внутренней и внешней задач гидродинамики. Опыт и число Рейнольдса. Основные уравнения гидродинамики

Темы лекций:

1. Гидростатика. Основные законы.
2. Гидродинамика. Основные характеристики движения жидкостей. Основные законы гидродинамики.

Темы практических занятий:

1. Решение задач по основным прикладным вопросам гидростатики и гидродинамики.

Названия лабораторных работ:

1. Определение гидравлических сопротивлений трубопровода.

Раздел 3. 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. Движущие силы процессов теплообмена. Тепловое равновесие. Основные задачи статики и кинетики процессов теплообмена. Тепловые балансы. Теплоотдача в условиях естественной и вынужденной конвекции без изменения агрегатного состояния теплоносителей. Основная цель и принципы расчета кинетики процесса. Теплопередача. Основное уравнение теплопередачи при постоянных и переменных температурах теплоносителей. Принципы расчета коэффициентов теплопередачи. Движущая сила процессов теплопередачи. Теплообменные аппараты. Классификация теплообменных аппаратов, их конструктивные характеристики и особенности практического их использования. Каталоги на теплообменную аппаратуру. Основные методы теплового расчета теплообменных аппаратов. Основные тенденции совершенствования конструкций теплообменных аппаратов.

Темы лекций:

1. Тепловые балансы. Теплопроводность. Конвективный теплообмен. Тепловое подобие. Основные уравнения теплоотдачи.
2. Методы проектного и технологического расчёта теплообменной аппаратуры.

Темы практических занятий:

1. Расчёт основных теплофизических свойств. Тепловые балансы. Расчёт процесса теплопередачи.

Названия лабораторных работ:

1. Кожухотрубный теплообменник.

Раздел 4. 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 расчета 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. Межфазное равновесие.
2. Материальные балансы и линии рабочих концентраций фаз. Движущие силы. Кинетика массообменных процессов: молекулярная и конвективная диффузии. Подобие массообменных процессов.
3. Массоотдача и массопередача. Числа и высоты единиц переноса. Теоретическая и действительная степень изменения концентраций.
4. Основные методы технологического расчёта процессов ректификации.

Темы практических занятий:

1. Расчёт и построение линий равновесия.
2. Расчёт процессов абсорбции. Технологический расчёт абсорберов.
3. Расчёт процессов непрерывной ректификации бинарных смесей. Технологический расчёт абсорберов.

Названия лабораторных работ:

1. Испытание ректификационной колонны.
2. Изучение кинетики процесса конвективной сушки влажных материалов.

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 контролируемых 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;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;
- Выполнение курсового проекта.

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: 09.04.2019). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст : электронный.

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: 09.04.2019). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст : электронный.

Дополнительная литература

1. Павлов К.Ф. 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.
2. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов / А. Г. Касаткин. — Изд. стер. — Москва: Альянс, 2014. — 750 с.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Усольцева Н.В. Процессы и аппараты химической технологии : электронный курс. Часть 1 [Электронный ресурс] / Н. В. Усольцева; Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Инженерная школа новых производственных технологий, Научно-образовательный центр Н. М. Кижнера. — Электрон. дан. — Томск: TPU Moodle, 2019. — Заглавие с экрана. — Доступ по логину и паролю. Схема доступа: <https://design.lms.tpu.ru/course/view.php?id=2580>.

2. Усольцева Н.В. Процессы и аппараты химической технологии : электронный курс. Часть 2 [Электронный ресурс] / Н. В. Усольцева; Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Инженерная школа новых производственных технологий, Научно-образовательный центр Н. М. Кижнера. — Электрон. дан. — TPU Moodle, 2015. — Заглавие с экрана. — Доступ по логину и паролю. Схема доступа: <http://design.lms.tpu.ru/course/view.php?id=2948>.

3. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>

4. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>

5. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>

6. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>

7. Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU -

https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp

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

1. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic
2. Adobe Acrobat Reader DC
3. Tracker Software PDF-XChange Viewer

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

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

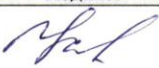
№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная)	Комплект учебной мебели на 22 посадочных мест; Лабораторный стенд "Гидравлические испытания" - 1 шт.; Лабораторный стенд "Теплообменник" - 1 шт.; Центрифуга РС-6 - 1 шт.

	лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, корпус №2, учебная аудитория 003	
2.	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, учебный корпус №2, учебная аудитория 003А	Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 28 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. Латр 2,5х10А - 1 шт.; Комбинированная установка для исследования гидродинамических явлений - 1 шт.; Калориметр К-77 - 1 шт.; Машина флотационная МЕХАНОБР 189ФЛ - 1 шт.; Вибрационная конусная мельница-дробилка ВКМД 6 - 1 шт.; Электромагнитный валковый сепаратор Механобр ЭВС-10/5 - 1 шт.; Насос дозировочный - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, учебный корпус №2, учебная аудитория 116	Комплект учебной мебели на 35 посадочных мест; Шкаф для приборов - 1 шт.; Тумба подкатная - 1 шт. Доска магнитно-меловая(100*200) - 1 шт.; Интерактивный комплект QOMOQWB300 - 1 шт.; Сабвуфер MICROLAB M200 - 1 шт.; Презентатор ScreenMedia V-101 - 1 шт.; Мобильная подставка Qomo - 1 шт.; Доска магнитно- маркерная, белая, поворотная на стойке (передвижная) 100х150 см - 2 шт. Принтер - 2 шт.; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, учебный корпус №2, учебная аудитория 211	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Шкаф для документов - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 140 посадочных мест Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
5.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, учебный корпус №2, учебная аудитория 301	Комплект учебной мебели на 110 посадочных мест Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
6.	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, учебный корпус № 2, аудитория 307	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Стол-мойка - 1 шт.; Стол для весов - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 40 посадочных мест. Проектор - 1 шт.; Компьютер - 2 шт.

7.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, учебный корпус № 2, аудитория 105	Доска аудиторная поворотная – 1 шт.; Комплект учебной мебели на 28 посадочных мест; Компьютер – 1 шт.; Проектор – 1 шт.
----	--	---

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 18.03.01 «Химическая технология», специализация «Машины и аппараты химических производств» (приема 2016 г., заочная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Старший преподаватель НОЦ Н.М. Кижнера		Н.В. Усолицева

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры общей химии и химической технологии (протокол от «27» июня 2016 г. № 11/16).

Заведующий кафедрой - руководитель
научно-образовательного центра на правах кафедры
(НОЦ Н.М. Кижнера),
д.х.н., профессор

 / Е.А. Краснокутская/

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание/изменение	Обсуждено на заседании НОЦ Н.М. Кижнера (протокол)
2018/2019 учебный год	Изменены фонды оценочных средств дисциплин в соответствии с приказами ТПУ от 25.07.2018 г. № 58/од «Об утверждении и введении в действие «Системы оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете» и от 25.07.2018 г. № 59/од «Об утверждении и введении в действие иной редакции «Положения о проведении текущего контроля и промежуточной аттестации в ТПУ»	От 03.09.2018 г. № 10
2019/2020 учебный год	Актуализировано учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» с учетом развития науки, техники и технологий	от 26.06.2019 г. № 4
2020/2021 учебный год	Изменена форма рабочей программы в соответствии с приказом ТПУ от 06.05.2020 г. № 127-7/об «Об утверждении форм документов ООП»	от 25.06.2020 г. № 4