

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.  
 «26» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2018 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная**

Процессы и аппараты химической технологии			
Направление подготовки/ специальность	18.03.01 «Химическая технология»		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Химический инжиниринг		
Специализация	Машины и аппараты химических производств		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	7, 8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	5 / 4		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		20
	Практические занятия		12
	Лабораторные занятия		18
	ВСЕГО		50
	Самостоятельная работа, ч		274
	ИТОГО, ч		324

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		Краснокутская Е.А.
		Горлушко Д.А.
		Усольцева Н.В.

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	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	ПК(У)-4.В2	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	ПК(У)-9.В3	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	Объем времени, ч.
<b>Раздел (модуль) 1. Основные закономерности процессов и общие принципы расчёта аппаратов</b>	РД-1	Лекции	<b>4</b>
		Практические занятия	<b>2</b>
		Лабораторные занятия	–
		Самостоятельная работа	<b>38</b>
<b>Раздел (модуль) 2. Гидромеханические процессы и аппараты</b>	РД-1 РД-2	Лекции	<b>6</b>
		Практические занятия	<b>4</b>
		Лабораторные занятия	<b>2</b>
		Самостоятельная работа	<b>74</b>
<b>Раздел (модуль) 3. Теплообменные процессы и аппараты</b>	РД-1 РД-2	Лекции	<b>6</b>
		Практические занятия	<b>4</b>
		Лабораторные занятия	<b>8</b>
		Самостоятельная работа	<b>112</b>
<b>Раздел (модуль) 4. Массообменные процессы и аппараты</b>	РД-1 РД-2	Лекции	<b>4</b>
		Практические занятия	<b>2</b>
		Лабораторные занятия	<b>8</b>
		Самостоятельная работа	<b>86</b>

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.
3. Насосы и вентиляторы. Сжатие газов. Компрессоры.

**Темы практических занятий:**

1. Решение задач по основным прикладным вопросам гидростатики и гидродинамики.
2. Расчёт гидравлических систем и подбор насосов.

**Названия лабораторных работ:**

1. Определение гидравлических сопротивлений трубопровода.

<b>Раздел 3. Теплообменные процессы и аппараты</b>
--

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.
2. Конвективный теплообмен. Тепловое подобие. Основные уравнения теплоотдачи
3. Методы проектного и технологического расчёта теплообменной аппаратуры.

**Темы практических занятий:**

1. Расчёт основных теплофизических свойств. Тепловые балансы. Расчёт процесса теплопередачи.
2. Материальный и тепловой баланс выпарных аппаратов.

**Названия лабораторных работ:**

1. Кожухотрубный теплообменник.
2. Испытание выпарного аппарата.

## 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. Материальные балансы и линии рабочих концентраций фаз. Движущие силы. Кинетика массообменных процессов: молекулярная и конвективная диффузии. Подобие массообменных процессов.
2. Массоотдача и массопередача. Числа и высоты единиц переноса. Теоретическая и действительная ступень изменения концентраций.

### Темы практических занятий:

1. 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 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;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;
- Выполнение курсового проекта.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

#### Основная литература

1. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии учебник : в 2 ч. / Ю. И. Дытнерский. – Изд. стер. – Москва : Альянс, 2015. – Ч. 1: Теоретические

- основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты . – 2015. – 400 с.  
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C274450>
2. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов / А. Г. Касаткин. – Изд. стер. – Москва: Альянс, 2014. – 750 с.  
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C330431>

#### **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.  
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C248746>
2. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию : учебное пособие / под ред. Ю. И. Дытнерского. – Изд. стер. – Москва: Альянс, 2015. – 493 с.  
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C330429>
3. Лацинский А.А. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры : справочник / А. А. Лацинский, А. Р. Толчинский. – 3-е изд., стер. – Москва: Альянс, 2008. – 752 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 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>.
2. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
3. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>
4. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
5. Электронно-библиотечная система «Консультант студента»  
<http://www.studentlibrary.ru/>
6. Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU -  
[https://elibrary.ru/projects/subscription/rus\\_titles\\_open.asp](https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp)

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

1. Office 2016 Professional Plus Russian Academic
2. 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 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.
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, аудитория 003	Комплект учебной мебели на 22 посадочных мест; Лабораторный стенд "Гидравлические испытания" – 1 шт.; Лабораторный стенд "Теплообменник" – 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 18.03.01 «Химическая технология» (приема 2018 г., заочная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
старший преподаватель		Усольцева Н.В.

Программа одобрена на заседании выпускающего НОЦ Н.М. Кижнера (протокол № № 8/1 от 18.06.2018 г.).

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

 /Краснокутская Е.А./  
подпись

### Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание/изменение	Обсуждено на заседании НОЦ Н.М. Кижнера (протокол)
2018/2019 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины. 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	№ 4 от 26.06.2019г
2019/2020 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС 5. Добавлен электронный курс: Усольцева Н.В. Процессы и аппараты химической технологии : электронный курс. Часть 1 [Электронный ресурс] URL: <a href="https://design.lms.tpu.ru/course/view.php?id=2580">https://design.lms.tpu.ru/course/view.php?id=2580</a>	От 17.03.2020 г. № 3