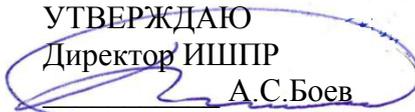


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
 ОБРАЗОВАНИЯ  
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ИШПР  
  
 А.С.Боев  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2023 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

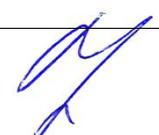
**МАССООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

Направление подготовки/специальность	18.03.01 Химическая технология	
Образовательная программа	Технология нефтегазопереработки и нефтегазохимии / Технология подготовки и переработки нефти и газа	
Уровень образования	высшее образование – бакалавриат	
Курс	3 семестр	6
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3	
Виды учебной деятельности	Временной ресурс	
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16
	Практические занятия	8
	Лабораторные занятия	8
	<b>ВСЕГО</b>	<b>32</b>
	Самостоятельная работа, ч	76
	<b>ИТОГО, ч</b>	<b>108</b>

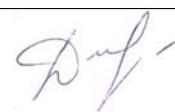
Вид промежуточной аттестации

<b>зачет</b>	Обеспечивающее подразделение	Отделение химической инженерии
--------------	------------------------------	--------------------------------

Заведующий кафедрой - руководитель  
 Отделения химической инженерии на  
 правах кафедры  
 Руководитель ООП

	Короткова Е.И.
	Волгина Т.Н.

Преподаватель

	Митягина О.Е.
---	---------------

2023 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ОПОП состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-3	Способен к реализации и управлению технологическим процессом в соответствии с регламентом проведения процессов подготовки и переработки нефти и газа	И.ПК(У)-3.1	Выбирает и осуществляет оптимальные технические решения для процессов разделения сырья и продуктов переработки нефти и газа	ПК(У)-3.1В1	Владеет навыками решения конкретных технологических задач, практических расчетов при исследовании реальных химических процессов переработки природного углеводородного сырья.
				ПК(У)-3.1У1	Умеет рассчитывать, материальные и тепловые балансы процессов химической технологии, фазовые равновесия; выполнять технологические и конструктивные расчеты массообменных аппаратов; исследовать и разрабатывать оптимальные технологические режимы процессов разделения сырья и продуктов нефтепереработки и нефтехимии.
				ПК(У)-3.1З1	Знает основы теории переноса тепла и массы; принципы математического моделирования химико-технологических процессов; основы теории тепло- и массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые массообменные процессы химической технологии и соответствующие им аппараты, методы их расчета.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина относится к вариативной части, модуль специализации учебного плана образовательной программы.

### Пререквизиты:

1. Б1.БМ2.7 Процессы и аппараты химической технологии
2. Б1.БМ2.12 Моделирование химико-технологических процессов
3. Б1.БМ2.6 Физическая химия

### Кореквизиты:

1. Б1.БМ2.1.4 Математическое моделирование химических и массообменных процессов
2. Б1.БМ2.1.5 Технология переработки нефти и газа

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Освоить методологию практических расчётов и анализа результатов моделирования массообменных процессов	ПК(У)-3.1В1
РД-2	Выполнять компьютерные расчеты при моделировании, проектировании и оптимизации объектов химической технологии, нефтехимии, подготовки нефти и газа	ПК(У)-3.1У1
РД-3	Освоить методологию решения технологических задач при исследовании процессов массообмена, используемых при переработке природного углеводородного сырья	ПК(У)-3.1З1

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 1.</b> Равновесие неидеальных смесей	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	16
<b>Раздел 2.</b> Ректификация. Часть 1. Разделение бинарных смесей. Часть 2. Разделение многокомпонентных смесей	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	8
		Практические занятия	0
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	36
<b>Раздел 3.</b> Гидравлика тарельчатых контактных устройств	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	10
<b>Раздел 4.</b> Абсорбция. Методы очистки углеводородных газов от сернистых соединений	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	14

Содержание разделов дисциплины:

#### **Раздел 1. Равновесие неидеальных смесей**

*В данном разделе рассматриваются следующие вопросы:* Уравнение состояния идеального газа. Понятие о критических параметрах. Аналитические уравнения состояния. Уравнение Ван-дер Ваальса. Уравнение Редлиха-Квонга. Вириальная форма уравнения состояния. Уравнение Пенга-Робинсона. Расчет констант фазового равновесия по уравнению Пенга-Робинсона. Модели активности. Полиномиальные модели. Модели локального состава.

##### **Темы лекций:**

1. Парожидкостное равновесие неидеальных смесей

##### **Названия практических работ:**

1. Моделирование неидеальных бинарных смесей в DWSIM

#### **Раздел 2. Ректификация**

*В данном разделе рассматриваются следующие вопросы:* Бинарная ректификация. Построение рабочей линии, материальный баланс и тепловой баланс бинарной ректификации, основные типы колонн, понятие о теоретической и реальной тарелке, флегмовое число.

Многокомпонентная ректификация. Приближённые методы расчёта. Расчет однократного испарения и однократной конденсации. Метод Фенске-Андервуда. Расчет оптимальных и конструкционных параметров колонны. Аналитические методы. Расчет «от тарелки к тарелке». Математическая модель тарелки. Математическая модель колонны.

##### **Темы лекций:**

1. Бинарная ректификация
2. Многокомпонентная ректификация

##### **Названия лабораторных работ:**

1. Моделирование тарельчатой колонны разделения нефти
2. Моделирование насадочной колонны разделения нефти

### Раздел 3. Гидравлика тарельчатых контактных устройств

В данном разделе рассматриваются следующие вопросы: Классификация массообменных тарелок. Характеристика тарелок различных типов. Алгоритм гидравлического расчета.

#### Темы лекций:

1. Тарельчатые контактные устройства
2. Гидравлика контактных тарелок

#### Названия практических работ:

1. Гидравлический расчёт контактных тарелок ректификационной колонны

### Раздел 4. Абсорбция. Методы очистки углеводородных газов от сернистых соединений

В данном разделе рассматриваются следующие вопросы: Абсорбция и хемосорбция. Виды физических поглотителей, их сравнительная характеристика. Очистка углеводородных газов от сернистых соединений, технология процесса.

#### Темы лекций:

1. Методы очистки углеводородных газов от сернистых соединений

#### Названия практических работ:

1. Аминовая очистка газа от сероводорода

## 5. Организация самостоятельной работы студентов

Виды самостоятельной работы	Объем времени, ч
Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса	16
Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку	12
Подготовка к контрольным работам	16
Подготовка к защита лабораторных и практических работ	16
Подготовка к зачету	16
<b>Всего</b>	<b>76</b>

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

#### Основная литература:

1. Ушева Н.В., Мойзес О.Е., Митянина О.Е., Кузьменко Е.А. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие. Томский политехнический университет. –Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. –135 с.
2. Новиков А.А., Самборская М.А. Технологическое проектирование тарельчатых колонн фракционирования нефти. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплинам «Основы научных исследований и проектирование», « Технологическое проектирование и типовое оборудование нефтехимических процессов» для студентов направления 240100 «Химическая технология и биотехнология» и специальностей 240403 «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» и 240802 «Процессы и аппараты химических производств и химическая кибернетика». – Томск: Изд. ТПУ, 2007.
3. Гартман Т.Н. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов: Учебное пособие для вузов / Т.Н. Гартман, Д.В. Клушин. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 416 с.
4. Ульянов Б.А., Щелкунов Б.И. Процессы и аппараты химической технологии. Гидравлика

- контактных тарелок: Учебное пособие. – Иркутск: Изд-во Иркутского университета. 1996. - 160 с.
- Мазгаров А.М. Технологии очистки попутного нефтяного газа от сероводорода /А.М. Мазгаров, О.М. Корнетова. – Казань: Казан.ун-т, 2015. – 70 с.
  - Кафаров В.В. Основы массопередачи: Учебник для вузов. - М.: Высшая школа, 1979. - 439 с.
  - Dutta K. V. Principles of mass transfer and separation processes. - PHI Learning, 2009. - 957 p.

### Дополнительная литература:

- Хала Э., Пик И., Фрид В., Вилим О. Равновесие между жидкостью и паром. М.: Издательство иностранной литературы, 1962. – 438 с.
- Рид Р., Праусниц Дж., Шервуд Т. Свойства газов и жидкостей: Справочное пособие / Пер. с англ. под ред. Б. И. Соколова. — 3-е изд. — Л.: Химия, 1982. — 592 с.
- Баталин О.Ю., Брусиловский А.И., Захаров М.Ю. Фазовые равновесия в системах природных углеводородов. М.: Недра, 1992. – 272 с.
- Дытнерский, Юрий Иосифович. Процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов. Ч. 2, Массообменные процессы и аппараты / Ю. И. Дытнерский. — Москва: Химия, 1992. — 382 с.

## 6.2. Информационное и программное обеспечение

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

- Электронно-библиотечная система <http://library.ru>, [www.chemnet.ru](http://www.chemnet.ru); <http://www.lib.tpu.ru>
- Электронно-библиотечная система издательства «Лань», [e.lanbook.com](http://e.lanbook.com).

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

- Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
- Acrobat Reader DC;
- AkelPad;
- Chrome;
- FirefoxESR;
- Flash Player;
- K-Lite Codec Pack Full;
- LibreOffice;
- Office 2013 Standard Russian Academic;
- PDF-XChange Viewer;
- Visual C++ Redistributable Package;
- WinDjView;
- Zoom;
- 7-Zip;
- DWSIM.

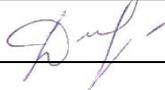
## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

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, ул. Тимакова, д. 12, учебный корпус № 16Б, аудитория 224	Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Компьютер – 12 шт.; Проектор – 1 шт.

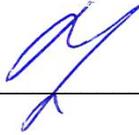
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Технология нефтегазопереработки и нефтегазохимии / Технология подготовки и переработки нефти и газа» по направлению 18.03.01 Химическая технология (приёма 2023 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОХИ ИШПР		Митянина О.Е.

Программа одобрена на заседании Отделения химической инженерии (протокол от «26» июня 2023 г. № 18).

Заведующий кафедрой - руководитель  
Отделения химической инженерии на  
правах кафедры, д.х.н., профессор

  
\_\_\_\_\_ / Короткова Е.И./

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения химической инженерии (протокол)
2025/2026	16 часов лабораторных работ заменены на 8 часов лабораторных работ по темам " Моделирование тарельчатой колонны разделения нефти" и "Моделирование насадочной колонны разделения нефти" и 8 часов практических работ по темам: "Моделирование неидеальных бинарных смесей в DWSIM", "Гидравлический расчёт контактных тарелок ректификационной колонны", "Аминовая очистка газа от сероводорода".	протокол от «26» июня 2023 г. № 18
2025/2026	Основная моделирующая система заменена с HYSYS и Unisim на DWSIM	протокол от «26» июня 2023 г. № 18