

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.О.24 Процессы и аппараты химической технологии

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль)

18.03.01.31 Химическая технология нефти и газа

Форма обучения

очная

Год набора

2021

Красноярск 2023

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программу составили \_\_\_\_\_

к.т.н., Доцент, М.К. Шайхутдинова; Ст. преподаватель, Н.В. Дерягина

должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» является изучение физической сущности основных процессов химической промышленности, законов, описывающих данные процессы, технологических схемах устройств и принципа действия аппаратов.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачами изучения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» являются ознакомление студентов с основными типовыми процессами и аппаратами химической технологии; изучение принципов работы аппаратов и их конструктивные особенности; изучение методов расчета процессов и аппаратов для осуществления производственного цикла; изучение методов рационального выбора процессов и аппаратов, регулирование режимов их работы.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-2: Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности</b>	
ОПК-2.3: решает инженерные задачи с помощью математического аппарата уравнения, описывающие основные физические и химические процессы	применяет математический аппарат для решения прикладных задач в области дисциплины
<b>ОПК-4: Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья</b>	
ОПК-4.3: рассчитывает основное и вспомогательное оборудование	знает основные законы и уравнения для выполнения гидравлических, гидромеханических, массообменных, теплообменных процессов знает устройство теплообменного и массообменного оборудования, оборудования для гидромеханических процессов выполняет расчет теплообменного и массообменного оборудования, оборудования для гидромеханических процессов

ОПК-4.4: рассчитывает материальный и тепловой баланс, основные технологические параметры установки при изменении	расчитывает материальный и тепловой баланс массообменных и теплообменных процессов, рассчитывает соответствующее технологическое оборудование
свойств сырья и готовой продукции предприятий нефтегазопереработки и нефтехимии	
<b>ПК-4: Способен принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения</b>	
ПК-4.1: анализирует и рассчитывает основные характеристики химического процесса	выполняет расчеты тепловых, гидравлических, гидромеханических, массообменных процессов в нефтепереработке
ПК-4.2: пользуется знаниями физико-химических основ процессов получения топлива из альтернативного нефти органического сырья определяет на профессиональном уровне особенности работы различных типов технологических установок, применяемых в нефтегазовой отрасли	знает направления применения материала курса в дальнейшей профессиональной деятельности применяет законы и уравнения при расчете массообменного и теплообменного оборудования НПЗ
ПК-4.3: способен произвести выбор типа реактора, рассчитать основные характеристики химического процесса, произвести расчет технологических параметров для заданного процесса с учетом экологических последствий	знает устройство теплообменного и массообменного оборудования, оборудования для гидромеханических процессов подбирает наиболее оптимальное технологическое оборудование для реализации технологических процессов на основе тепловых, гидравлических, гидромеханических, массообменных процессов
<b>ПК-6: Способен настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств, выявлять и устранять отклонения в режиме работы технологического оборудования и параметров технологического процесса</b>	
ПК-6.1: осуществляет контроль за соблюдением технологических параметров в пределах, утвержденных технологическим регламентом	расчитывает и оптимизирует технологические параметры, необходимые для достижения целевых показателей ХТП

ПК-6.2: применяет меры по устранению причин, вызывающих отклонение от норм технологического	выявляет и оценивает значимые факторы, определяющие эффективность технологических процессов в области дисциплины
регламента производства	

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Сем естр	
		1	2
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>5,17 (186)</b>		
занятия лекционного типа	1,39 (50)		
практические занятия	2,39 (86)		
лабораторные работы	1,39 (50)		
иная внеаудиторная контактная работа:	0,07 (2,5)		
индивидуальные занятия	0,07 (2,5)		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>3,65 (131,5)</b>		
курсовое проектирование (КП)	Да		
курсовая работа (КР)	Нет		
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен)</b>	<b>0,93 (33,6)</b>		

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии» относится к обязательной части, и является обязательной к</b>									
	1. Предмет «Процессов и аппаратов химической технологии». Предмет и задачи курса. Классификация основных процессов. Основные принципы анализа и расчета процессов и аппаратов. Законы сохранения массы и энергии. Уравнения материального и энергетического балансов. Движущая сила процессов. Основные свойства жидкостей и газов.	2							
	2. Физико-химические свойства смесей			4					
	3.							16	
<b>2. Гидравлика</b>									
	1. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики. Гидродинамика. Основные характеристики движения жидкости. Режимы течения жидкости. Уравнение неразрывности потока.	2							

2. Дифференциальное уравнение движения Навье-Стокса. Уравнение Бернулли. Основы теории подобия. Теоремы подобия. Преобразования уравнений Навье-Стокса методом подобия.	2							
3. Гидравлические сопротивления в трубопроводах при различных режимах.	2							
4. Режимы течения жидкости, критерии гидродинамического подобия			6					
5. Уравнение объёмного и массового расхода			6					
6. Практическое применение уравнений Бернулли, дроссельные приборы			8					
7. Лабораторная работа №1. Определение режимов течения жидкости					6			
8. Лабораторная работа №2. Измерение расходов и скоростей воздушного потока					8			
9.							8	
<b>3. Гидромеханические процессы</b>								
1. Перемещение жидкостей. Основные параметры насосов. Напор. Высота всасывания. Центробежные насосы. Принцип действия и типы насосов. Поршневые насосы.	2							
2. Разделение неоднородных газовых систем. Гравитационная, центробежная очистка газов. Очистка газов фильтрованием. Мокрая очистка газов. Устройство аппаратов.	2							
3. Отстаивание, осаждение и фильтрация. Разделение жидких неоднородных систем. Отстаивание. Скорость отстаивания. Устройство отстойника.	2							



4. Фильтрация жидкостей. Основные понятия. Уравнение фильтрации. Фильтровальные перегородки. Устройство фильтров.	2							
5. Определение основных параметров насоса			6					
6. Определение площади фильтрации			4					
7. Лабораторная работа №3. Определение характеристик различных типов насосов					8			
8. Лабораторная работа №4. Определение констант фильтрации					6			
9. Лабораторная работа №5. Определение коэффициента теплопередачи кожухотрубчатом теплообменнике при вынужденном движении теплоносителей					6			
10.							17,2	
11.								
12.								
<b>4. Теплообменные процессы</b>								
1. Теплопередача. Способы передачи тепла. Тепловые балансы. Температурное поле. Температурный градиент. Теплопроводность. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Теплопроводность плоской и цилиндрической одно- и многослойной стенок при установившемся тепловом режиме.	3							
2. Конвективный теплообмен. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена. Тепловое подобие.	2							

3. Теплопередача при постоянных и переменных температурах теплоносителей. Уравнение теплопередачи при прямо- и противотоке теплоносителей. Выбор взаимного направления движения теплоносителей. Определение температуры стенки.	2							
4. Промышленные теплоносители. Нагревание. Прямые источники тепла и промежуточные теплоносители. Охлаждение до обыкновенных температур. Конденсация паров.	1							
5. Конструкции теплообменных аппаратов и их расчет, каталоги теплообменных аппаратов.	1							
6. Выпаривание. Основные понятия. Однокорпусное выпаривание. Материальный и тепловой балансы. Тепловые потери в выпарном аппарате. Поверхность выпарного аппарата.	2							
7. Многокорпусные выпарные установки. Материальный и тепловой балансы многокорпусных выпарных установок. Общая и полезная разность температур. Распределение полезной разности температур по корпусам. Выбор числа корпусов. Техничко-экономические соображения при выборе числа корпусов.	2							
8. Конструкции выпарных аппаратов. Основы расчета выпарных установок.	1							
9. Тепловой баланс теплообменника, определение поверхности теплообмена			10					

10. Лабораторная работа № 6. Испытание двухкорпусной прямоточной вакуум-выпарной установки						4		
11.							24,3	
<b>5. Массообменные процессы</b>								
1. Массопередача. Основные понятия. Способы выражения состава фаз. Равновесие при массопередаче. Направление массопередачи.	2							
2. Материальный баланс массообменного процесса.	1							
3. Скорость массопередачи. Молекулярная диффузия. Конвективный перенос. Уравнение массоотдачи. Диффузионное подобие.	1							
4. Уравнение массопередачи. Средняя движущая сила массопередачи. Число единиц переноса. Расчет основных размеров массообменного аппарата.	2							
5. Абсорбция. Основные понятия. Закон Генри. Материальный и тепловой балансы. Скорость абсорбции. Десорбция.	2							
6. Устройство абсорберов. Гидродинамические режимы работы абсорберов. Принципиальные схемы абсорбции.	2							
7. Основные понятия. Закон Рауля. Фазовое равновесие бинарных смесей. Идеальные, реальные смеси.	1							
8. Материальный баланс, рабочая линия и линия равновесия процессов			10					
9. Определение движущей силы процесса, диаметра и высоты абсорбера			10					
10. Лабораторная работа № 7. Определение коэффициента массоотдачи в жидкой фазе						4		

11.								22,3	
<b>6. Перегонка жидкостей</b>									
1. Простая перегонка. Схема и материальный баланс.	2								
2. Ректификация, принцип. Схема установки непрерывного действия. Уравнение линий рабочих концентраций. Построение линий рабочих концентраций на $x - y$ диаграмме. Флегмовое число. Влияние флегмового числа на размеры колонны.	3								
3. Тепловой и материальный балансы ректификационной колонны.	1								
4. Материальный тепловой баланс ректификации			4						
5. Уравнение рабочих линий, определение числа рабочих тарелок в колонне			6						
6. Расчет процесса многокомпонентной ректификации с помощью энтальпийной диаграммы			4						
7. Лабораторная работа № 8. Изучение процесса ректификации бинарной смеси						4			
8.								31,7	
<b>7. Сушка</b>									
1. Сушка. Общие сведения. Основные параметры влажного воздуха. $I-X$ диаграмма влажного воздуха. Равновесие при сушке. Формы связи влаги с материалом.	1								
2. Материальный и тепловой балансы конвективной сушки.	0,5								
3. Контактная сушка. Тепловой баланс при контактной сушке.	0,5								
4. Специальные методы сушки. Конструкция сушилок.	1								

5. Гидродинамика взвешенного слоя для расчета сушилок КС			4					
6. Материальный тепловой баланс конвективные контактные сушки			4					
7. Лабораторная работа № 9. Изучение процесса сушки в конвективной сушилке					4			
8.							12	
9.								
10.								
Всего	50		86		50		131,5	

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии (Москва: ООО «ИД Альянс»).
2. Романков П. Г., Фролов В. Ф., Флисюк О. М. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи): учеб. пособие для студентов вузов по спец. "Химическая технология"(Санкт-Петербург: Химиздат).
3. Борисов Г. С., Брыков В. П., Дытнерский Ю. И., Каган С. З., Ковалев Ю. Н., Дытнерский Ю. И. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию: учебное пособие для вузов (Москва: Альянс).
4. Кулаков М. В. Технологические измерения и приборы для химических производств: учебник для хим.-технол. вузов и спец. хим. машиностроения(Москва: Машиностроение).
5. Бретшнайдер С., Кавецкий В., Лейко Я., Марцинковский Р., Романков П. Г., Курочкина М. И. Общие основы химической технологии. Разработка и проектирование технологических процессов: пер. с польского (Ленинград: Химия, Ленингр. отд-ние).
6. Шайхутдинова М. К., Дерягина Н. В., Бурюкин Ф. А. Расчет ректификационной установки: учебно-методическое пособие (Красноярск: СФУ).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Microsoft Windows;
2. Microsoft Office;
3. ESET NOD32;
4. AutoCAD.

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Электронная библиотечная система «СФУ»;
2. Политематическая электронно-библиотечная система «Znanium» изд-ва «Инфра-М»;
3. Политематическая электронно-библиотечная система издательства «Лань»;
4. Политематическая БД российских диссертаций Российской государственной библиотеки;
5. Электронная библиотека РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина;
6. Российские научные журналы на платформе elibrary.ru;

7. Российская БД нормативно-технической документации «NormaCS»;
8. БД нормативно-правовой информации «Консультант плюс».

### **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

### **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для организации образовательного процесса необходима следующая материально-техническая база:

Учебные аудитории для проведения учебных занятий по дисциплине, оснащенные специализированной мебелью (аудиторные столы и стулья; аудиторная доска) и техническими средствами обучения (проектор, экран для проектора, ноутбук с подключением к сети Интернет (неограниченный доступ) и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета).

Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях, оборудованных стендами установок «Закон Бернулли», «Насосные установки», «Теплообменники», «Абсорбция», «Ректификация», «Сушка».

Помещение для самостоятельной работы, оснащенные специализированной мебелью (аудиторные столы и стулья; аудиторная доска) и техническими средствами (15 компьютеров, интерфейс с подключением к сети Интернет (неограниченный доступ) и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета).