

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.01
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Процессы и аппараты в химической технологии и биотехнологии 1, 2

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
18.03.01 Химическая технология

направленность (профиль)
Машины и аппараты химических производств

Форма обучения: очная

Год набора: 2025

Общая трудоемкость: 4 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр | 7 | 8 | Итого |
|------------------------------|-----------|---------------------------|------------|
| Вид занятий \ Форма контроля | Зачет | КР, Зачет с оценкой | |
| Лекции | 32 | 24 | 56 |
| Лабораторные | | 12 | 12 |
| Практические | 16 | | 16 |
| Руководство: КР | | 1 | 1 |
| Промежуточная аттестация | 0.25 | 0.25 | 0.5 |
| Контактная работа | 48.25 | 37.25 | 85.5 |
| Самостоятельная работа | 23.75 | 34.75 | 58.5 |
| Контроль | | | |
| Итого | 72 | 72 | 144 |

Рабочую программу составил(и):

доцент, к.х.н. Орлов Ю.Н.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☒

Отсутствует

☐

Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология

Срок действия рабочей программы дисциплины до **«31» августа 2029 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Химическая технология и ресурсосбережение»

(протокол заседания № 2 от «23» сентября 2024 г.)

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов системного представления о процессах химической технологии, протекающих в аппаратах для их осуществления.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Высшая математика»; «Физика»; «Общая и неорганическая химия»; «Общая химическая технология»; «Физическая химия».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Технологии химического машиностроения»; «Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии»; «Расчет реакторов»; «Расчет динамического оборудования».

3. Планируемые результаты обучения

| Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Планируемые результаты обучения |
|---|---|---|
| ПК-1 Способен осуществлять расчет материальных и тепловых балансов в химико-технологических процессах для аппаратов синтеза и очистки крупнотоннажной продукции | ПК-1.1. Использует тепловые и материальные балансы для расчета эффективности аппаратов синтеза органических и неорганических соединений | Знать: методы расчёта материальных и тепловых балансов в области процессов и аппаратов химической технологии и биотехнологии |
| | | Уметь: использовать тепловые и материальные балансы для расчета эффективности аппаратов синтеза органических и неорганических соединений |
| | | Владеть: методами расчёта эффективности аппаратов в области синтеза органических и неорганических соединений |
| | ПК-1.2. Способен оптимизировать процессы очистки сырья и продукции в химической технологии | Знать: основы современной технологии и особенности работы оборудования, правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда на предприятиях. |
| | | Уметь: используя знания о технологическом процессе и оборудовании вносить коррективы в работу оборудования и обеспечивать безопасные условия труда. |
| | | Владеть: информацией о нормах технологического режима работы оборудования. |
| ПК-2 Способен разрабатывать, реализовывать и управлять процессами в области технологии неорганических и органических веществ с | ПК-2.1. Владеет современными методами и принципами расчета процессов синтеза и очистки органических и неорганических соединений | Знать: методы расчёта технологических параметров оборудования в области процессов и аппаратов химической технологии и биотехнологии |
| | | Уметь: применять принципы расчёта процессов химической технологии и |

| Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Планируемые результаты обучения |
|--|--|--|
| применением соответствующего инструментария, цифровых технологий, а также методов моделирования | ПК-2.2. Способен проводить расчет и оптимизацию реакторов и динамического оборудования в химической технологии | биотехнологии для расчёта процессов синтеза и очистки органических и неорганических соединений |
| | | Владеть: навыками выполнения технических и технологических расчётов |
| | | Знать: основы современной технологии и особенности работы оборудования, основы программирования профилактических и ремонтных работ. |
| | | Уметь: на основе этих знаний вносить коррективы в работу оборудования; планировать и проводить профилактику и ремонт оборудования. |
| ПК-3 Способность планировать мероприятия, направленные на улучшение технологических показателей, качества выпускаемой продукции, сокращение потерь, снижение операционных затрат при реализации химико-технологических процессов | ПК-3.1. Способен анализировать технологические показатели протекающего химического процесса | Владеть: информацией о новых химических технологиях и оборудовании, методах проведения профилактики технического состояния оборудования. |
| | | Знать: условия равновесия и направления течения процессов в области химической технологии органических и неорганических веществ |
| | | Уметь: анализировать технологические показатели протекающего химического процесса |
| | | Владеть: методами управления технологическими процессами в области химической технологии органических и неорганических веществ |
| | ПК-3.2. Умеет производить патентный и литературный поиск для улучшения технологического процесса | Знать: регламент проведения патентного и литературного поиска в области процессов и аппаратов химической технологии и биотехнологии |
| | | Уметь: проводить патентный и литературный поиск в области процессов химической технологии и оборудования для их проведения. |
| | | Владеть: методами проведения патентного и литературного поиска в области процессов и аппаратов |

| Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Планируемые результаты обучения |
|--|---|--|
| | | химической технологии и биотехнологии |
| | ПК-3.3. Владеет материаловедческими и технологическими основами физико-химических процессов, аппаратов и механизмов | Знать: основы современной технологии и особенности работы оборудования в области процессов и аппаратов химической технологии и биотехнологии |
| | | Уметь: рассчитывать физико-химические процессы, аппараты и механизмы |
| | | Владеть: материаловедческими и технологическими основами физико-химических процессов, аппаратов и механизмов |

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Структура и содержание дисциплины «Процессы и аппараты в химической технологии и биотехнологии-1»

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|---|--------------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|--|
| Модуль 1. Гидромеха- нические процессы | Лек1 | Классификация основных химико-Технологических процессов. Общие принципы расчета химических процессов и аппаратов. | 7 | 2 | - | - | Вопросы к зачёту № 1-2 |
| | Пр1 | Расчёт насоса | 7 | 2 | - | - | Вопросы к зачёту № 8-9 |
| | Лек2 | Идеальные и реальные жидкости. Гидравлика и гидравлические процессы. | 7 | 2 | - | - | Вопросы к зачёту № 3-4 |
| | Лек3 | Основы гидрокинетики и гидродинамики. Трубопроводы. Насосы и компрессоры. | 7 | 2 | - | - | Вопросы к зачёту № 4-10 |
| | Пр2 | Расчёт вентилятора | 7 | 2 | - | - | Отчет по практическому занятию № 2 |
| | Лек4 | Гидромеханические процессы разделения неоднородных систем. Материальный баланс процесса разделения. Отстаивание | 7 | 2 | - | - | Вопросы к зачёту № 11-12 |
| | Лек5 | Осаждение под действием центробежных сил, электрического поля. | 7 | 2 | - | - | Вопросы к зачёту № 13-14 |
| | Пр3 | Расчёт отстойника | 7 | 2 | - | - | Отчет по практическому занятию № 3 |
| | Лек6 | Фильтрация. Мокрая очистка газов. | 7 | 2 | - | - | Вопросы к зачёту № 15-18 |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|-----------------------------------|--------------------------|--|---------|-----------|-------|----------------|--|
| | Лек7 | Перемешивание в жидкой среде. Псевдооживление твердого зернистого материала. | 7 | 2 | - | - | Вопросы к зачёту № 19-21 |
| | Пр4 | Расчёт барабанного вакуум-фильтра | 7 | 2 | - | - | Отчет по практичес- кому занятию № 4 |
| | СР | Изучение теоретического материала | 7 | 11,75 | - | - | |
| | ПА | Промежуточная аттестация | 7 | 0,25 | - | - | |
| Модуль 2. Тепловые процессы | Лек8 | Основы теории тепловых процессов. Способы передачи тепла. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. | 7 | 2 | - | - | Вопросы к зачёту № 22-23 |
| | Лек9 | Конвективный теплообмен. Закон Ньютона. Коэффициент теплоотдачи. Теплообмен при изменении агрегатного состояния. Тепловое излучение. Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа. | 7 | 2 | - | - | Вопросы к зачёту № 24-27 |
| | Пр5 | Расчёт пенного аппарата | 7 | 2 | - | - | Отчет по практичес- кому занятию № 5 |
| | Лек10 | Основное уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи. Движущая сила тепловых процессов. Вычисление средней разности температур для прямотока, противотока, перекрестного и смешанного тока теплоносителей. | 7 | 2 | - | - | Вопросы к зачёту № 28-29 |
| | Лек11 | Процессы нагревания и испарения. | 7 | 2 | - | - | Вопросы к зачёту № 30-33 |
| | Пр6 | Расчёт пластинчатого теплообменника | 7 | 2 | - | - | Отчет по практичес- кому занятию № 6 |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|-----------------------------------|--------------------------|---|---------|-----------|----------|----------------|--|
| Модуль 2. Тепловые процессы | Лек12 | Процессы охлаждения и конденсации. | 7 | 2 | - | - | Вопросы к зачёту № 34-36 |
| | Лек13 | Классификация и конструкции теплообменных аппаратов. Основные методы расчета теплообменных аппаратов. | 7 | 2 | - | - | Вопросы к зачёту № 37-40 |
| | Пр7 | Расчёт кожухотрубчатого теплообменника | 7 | 2 | - | - | Отчет по практичес- кому занятию № 7 |
| | Лек14 | Выпаривание и его применение в химической технологии. Простое выпаривание. Выпаривание с применением теплового насоса. | 7 | 2 | - | - | Вопросы к зачёту № 41-43 |
| | Лек15 | Многократное выпаривание. Сущность и преимущества многократного выпаривания. Схема расчёта выпарных установок. | 7 | 2 | - | - | Вопросы к зачёту № 44-45 |
| | Лек16 | Конструкции выпарных аппаратов и их классификация. Выпарные аппараты со свободной, естественной и принудительной циркуляцией раствора. Плёночные выпарные аппараты. | 7 | 2 | - | - | Вопросы к зачёту № 46 |
| | Пр8 | Расчёт двухкорпусной выпарной установки | 7 | 2 | - | - | Отчет по практичес- кому занятию № 8 |
| | СР | Изучение теоретического материала | 7 | 12 | | | |
| Итого: | | | | 72 | - | | |

4.2. Структура и содержание дисциплины «Процессы и аппараты в химической технологии и биотехнологии-2»

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|---|--------------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|--|
| Модуль 1. Массо- обменные процессы | Лек1 | Основы теории массообменных процессов, массопередача. Способы выражения составов фаз. Материальный баланс массообменных процессов. | 8 | 2 | - | - | Вопросы к зачету с оценкой № 7-8 |
| | Лек2 | Основное уравнение массопередачи. Средняя движущая сил массообменных процессов. Зависимость между коэффициентами массопередачи и массоотдачи. | 8 | 2 | - | - | Вопросы к зачету с оценкой № 9-11 |
| | Лаб 1 | Испытание теплообменника типа «труба в трубе» | 8 | 4 | - | - | Отчет по лабораторной работе № 1 |
| | Лек3 | Абсорбция. Материальный и тепловой балансы процесса абсорбции. Принципиальные схемы абсорбционных процессов. | 8 | 2 | - | - | Вопросы к зачету с оценкой № 12-14 |
| | Лек4 | Разделение жидких смесей перегонкой. Простая перегонка, перегонка с дефлегмацией, перегонка в токе водяного пара, инертного газа, молекулярная перегонка. | 8 | 2 | - | - | Вопросы к зачету с оценкой № 15 |
| | Лек5 | Ректификация. Принципиальные схемы процессов ректификации. Материальный баланс разделения. Флегмовое число. | 8 | 2 | - | - | Вопросы к зачету с оценкой № 16-18 |
| | Лек6 | Уравнения рабочих линий процесса ректификации. Положение рабочих линий на у-х диаграмме и их построение Метод нахождения оптимального флегмового числа. | 8 | 2 | - | - | Вопросы к экзамену № 19-20 |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|---|--------------------------|--|---------|-----------|-------|----------------|--|
| Модуль 1. Массо- обменные процессы | СР | Изучение теоретического материала | 8 | 14,75 | - | - | |
| | ПА | Промежуточная аттестация | 8 | 0,25 | - | - | |
| | Лаб 2 | Изучение конструкции теплообменных аппаратов с определением их коэффициентов теплопередачи | 8 | 4 | - | - | Отчет по лабораторной работе № 2 |
| | Лек7 | Тепловой балансы процесса ректификации. Установки для ректификации многокомпонентных смесей, экстрактивной и азеотропной ректификации. | 8 | 2 | - | - | Вопросы к зачету с оценкой № 21-22 |
| | Лек8 | Аппаратурное оформление процессов абсорбции и ректификации. | 8 | 2 | - | - | Вопросы к зачету с оценкой № 23-24 |
| | Лек9 | Расчёт аппаратов для проведения абсорбции и ректификации. | 8 | 2 | - | - | Вопросы к экзамену № 25-26 |
| | Лаб | Определение температуры кипения смеси четырёххлористого углерода, бензола и воды | 8 | 4 | - | - | Отчет по лабораторной работе № 3 |
| | Лек10 | Экстракция и её применение в химической технологии. Принципиальная схема процесса. Равновесие в процессах экстракции. Треугольная диаграмма. | 8 | 2 | - | - | Вопросы к зачету с оценкой № 27-29 |
| | Лек11 | Методы экстракции. Материальный баланс процесса. | 8 | 2 | - | - | Вопросы к зачету с оценкой № 30-32 |
| | Лек12 | Устройство и расчёт экстракционных аппаратов. | 8 | 2 | - | - | Вопросы к зачету с оценкой № 33-34 |
| | СР | Изучение теоретического материала | 8 | 20 | - | - | |
| | КР | Курсовая работа | 8 | 1 | | | Отчет по курсовой работе |
| Итого: | | | | 72 | | | |

5. Образовательные технологии

При реализации учебного курса дисциплины используется технология традиционного обучения – организация учебного процесса в вузе, основанная на лекционно-семинарско-зачетной формах обучения. К формам обучения относятся лекции, практические занятия, лабораторные работы самостоятельная работа. На лекциях в основном используются наглядные и словесные методы обучения, а на практических занятиях – наглядные, словесные и практические методы. Самостоятельная работа включает изучение теоретического материала дисциплины с использованием лекционного курса, *Internet*-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы.

6. Методические указания по освоению дисциплины

1. Рассмотреть физические, физико-химические, гидромеханические, тепловые основы процессов химической технологии.
2. Сформировать представления об особенностях конструкции химических аппаратов и оборудования.
3. Закрепить умения и навыки расчёта химического оборудования.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

| Семестр | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|---------|--|--|
| 7 | ПК-1, ПК-2, ПК-3 | <i>Отчеты по практическим занятиям № 1-8 Вопросы к зачёту № 1-46</i> |
| 8 | ПК-1, ПК-2, ПК-3 | <i>Вопросы к зачету с оценкой № 1-34 Отчёт по курсовой работе</i> |

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

Темы письменных работ

| № п/п | Темы |
|-------|--|
| 1 | Расчет установки концентрирования сточных вод, содержащих примеси $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ |
| 2 | Расчет установки концентрирования сточных вод, содержащих примеси CuSO_4 |
| 3 | Расчет установки концентрирования сточных вод, содержащих примеси KCl |
| 4 | Расчет установки концентрирования сточных вод, содержащих примеси MgCl_2 |
| 5 | Расчет установки концентрирования сточных вод, содержащих примеси MgSO_4 |
| 6 | Расчет установки концентрирования сточных вод, содержащих примеси NH_4Cl |
| 7 | Расчет установки концентрирования сточных вод, содержащих примеси NaNO_3 |
| 8 | Расчет установки концентрирования сточных вод, содержащих примеси Na_2SO_4 |
| 9 | Расчет абсорбционной установки для поглощения водой аммиака из воздушно-аммиачной смеси |
| 10 | Расчет абсорбционной установки для поглощения водой диоксида серы из инертного газа (азота) |
| 11 | Расчет абсорбционной установки для поглощения водой пара метилового спирта из инертного газа |
| 12 | Расчет абсорбционной установки для поглощения паров бензола из парогазовой смеси поглотительным маслом |
| 13 | Расчет ректификационной установки разделения бинарной смеси ацетон - бензол |
| 14 | Расчет ректификационной установки разделения бинарной смеси ацетон - вода |
| 15 | Расчет ректификационной установки разделения бинарной смеси ацетон – этанол |
| 16 | Расчет ректификационной установки разделения бинарной смеси бензол – уксусная кислота |
| 17 | Расчет ректификационной установки разделения бинарной смеси вода – уксусная кислота |
| 18 | Расчет ректификационной установки разделения бинарной смеси метанол - вода |
| 19 | Расчет ректификационной установки разделения бинарной смеси метанол - этанол |
| 20 | Расчет ректификационной установки разделения бинарной смеси хлороформ - бензол |
| 21 | Расчет ректификационной установки разделения бинарной смеси этанол - вода |
| 22 | Расчет ректификационной установки разделения бинарной смеси этилацетат – уксусная кислота |

Краткое описание и регламент выполнения

Курсовая работа включает расчёт типовой установки (выпарной, абсорбционной, ректификационной). При выполнении работы студент изучает действующие стандарты, справочную литературу, приобретает навыки выбора аппаратуры, оформления технической документации.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется, если курсовая работа выполнена в полном объеме и в срок, оформление пояснительной записки соответствует стандарту СТП. Защита курсовой работы прошла на высоком уровне, студент показал отличное знание материала, дал четкие и логичные ответы на вопросы;
- оценка «хорошо» выставляется, если курсовая работа выполнена в полном объеме и в срок, оформление пояснительной записки соответствует стандарту СТП, с небольшими замечаниями и пометками. Защита курсовой работы прошла на хорошем уровне, студент показал хорошее знание материала, дал достаточно логичные и правильные ответы на вопросы;
- оценка «удовлетворительно» выставляется, если курсовая работа выполнена с нарушением графика и не в срок. Пояснительная записка оформлена с нарушениями СТП, в пояснительной записке допущены неточности в расчетах. Защита прошла на невысоком уровне, были даны нечеткие и неточные ответы на вопросы;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется, если курсовая работа выполнена менее чем на 50%, защита и ответы на вопросы неудовлетворительны.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 7

| № п/п | Вопросы к зачету |
|-------|--|
| 1 | Классификация химико-технологических процессов и аппаратов. |
| 2 | Общие принципы расчета химических процессов и аппаратов. |
| 3 | Понятие жидкости в гидромеханике. Гидростатика и гидродинамика. Закон Паскаля. |
| 4 | Уравнение неразрывности (сплошности) потока для неустановившегося и установившегося течения. |
| 5 | Дифференциальные уравнения движения Эйлера. Уравнение Бернулли. |
| 6 | Режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса. |
| 7 | Дифференциальное уравнение Навье-Стокса. Теория подобия. |
| 8 | Трубопроводы и трубопроводная арматура. Расчёт трубопровода. |
| 9 | Насосы: принцип действия и классификация. |
| 10 | Компрессоры: принцип действия и классификация. |
| 11 | Разделение неоднородных систем: классификация неоднородных систем, основные методы их разделения. Материальный баланс процесса разделения. |
| 12 | Отстаивание: сущность процесса, определение производительности отстойника и скорости осаждения. |
| 13 | Центрифугирование: сущность процесса, определение производительности аппарата, скорости и продолжительности осаждения. |
| 14 | Осаждение под действием электрического поля: сущность процесса, определение скорости и времени осаждения. |
| 15 | Фильтрация: сущность процесса и его применение. Движущая сила, сопротивление и скорость процесса. |
| 16 | Режимы постоянного перепада давления и постоянной скорости при фильтрации. Основное уравнение фильтрации. Определение поверхности фильтра. |
| 17 | Скорость и кинетическое уравнение фильтрации под действием центробежной силы. Определение фильтрующей поверхности центрифуг. |
| 18 | Мокрая очистка газов: сущность процесса, аппаратное оформление. |
| 19 | Основные способы и характеристика процесса перемешивания в жидкой среде. Типы мешалок. |
| 20 | Определение расхода энергии на перемешивание. Подбор мешалок методом последовательных приближений. |
| 21 | Сущность процесса псевдоожижения твердого зернистого материала. График изменения перепада давления в зернистом слое. |
| 22 | Общая характеристика тепловых процессов. Основное уравнение теплопередачи. Виды передачи тепла. |
| 23 | Передача тепла теплопроводностью. |
| 24 | Конвективный теплообмен. |
| 25 | Тепловое излучение. |
| 26 | Лучистый теплообмен между двумя плоскими параллельно расположенными телами. |
| 27 | Совместная передача тепла конвекцией и тепловым излучением. |
| 28 | Теплопередача при постоянных температурах теплоносителей. Зависимость между |

| № п/п | Вопросы к зачету |
|------------------|--|
| | коэффициентом теплопередачи и коэффициентами теплоотдачи. |
| 29 | Теплопередача при переменных температурах теплоносителей. Средняя движущая сила тепловых процессов. |
| 30 | Нагревание водяным паром. Тепловой баланс процесса, определение расхода пара. |
| 31 | Нагревание топочными газами. Тепловой баланс процесса, определение расхода топлива. |
| 32 | Нагревание промежуточными теплоносителями. Определение тепловой производительности установки и расхода промежуточного теплоносителя. |
| 33 | Нагревание электрическим током. Тепловой баланс процесса. |
| 34 | Охлаждение. |
| 35 | Поверхностная конденсация. |
| 36 | Конденсация смешением. |
| 37 | Конструкции трубчатых теплообменных аппаратов. |
| 38 | Конструкции теплообменных аппаратов с плоской поверхностью теплопередачи. |
| 39 | Конструкции смесительных и регенеративных теплообменников. |
| 40 | Схема расчёта теплообменных аппаратов. |
| 41 | Выпаривание, его основные способы. Выпаривание с применением теплового насоса. |
| 42 | Простое выпаривание: материальный и тепловой балансы процесса. |
| 43 | Определение поверхности нагрева выпарного аппарата и полезной разности температур. |
| 44 | Сущность многократного выпаривания, материальный и тепловой балансы процесса. |
| 45 | Определение общей полезной разности температур многокорпусных выпарных установок и ее распределение по корпусам. |
| 46 | Устройство выпарных аппаратов. |

Семестр 8

| № п/п | Вопросы к зачету с оценкой |
|------------------|--|
| 1 | Выпаривание, его основные способы. Выпаривание с применением теплового насоса. |
| 2 | Простое выпаривание: материальный и тепловой балансы процесса. |
| 3 | Определение поверхности нагрева выпарного аппарата и полезной разности температур. |
| 4 | Сущность многократного выпаривания, материальный и тепловой балансы процесса. |
| 5 | Определение общей полезной разности температур многокорпусных выпарных установок и ее распределение по корпусам. |
| 6 | Устройство выпарных аппаратов. |
| 7 | Массообменные процессы, их виды и характеристика. Способы выражения составов фаз. |
| 8 | Материальный баланс массообменных процессов. Основное уравнение массопередачи. |
| 9 | Средняя движущая сила массообменных процессов. |
| 10 | Основные законы массопередачи. |
| 11 | Зависимость между коэффициентами массопередачи и массоотдачи. |
| 12 | Сущность процесса абсорбции. Законы Генри, Дальтона. |

| № п/п | Вопросы к зачету с оценкой |
|----------|--|
| 13 | Материальный баланс процесса абсорбции. Минимальный расход поглотителя. |
| 14 | Принципиальные схемы процессов абсорбции. |
| 15 | Разделение жидких смесей перегонкой. Способы проведения данного процесса. |
| 16 | Сущность процесса ректификации. Изображение процесса на t-x-y диаграмме. |
| 17 | Принципиальные схемы периодически действующих ректификационных установок. |
| 18 | Принципиальные схемы непрерывно действующих ректификационных установок. |
| 19 | Материальный баланс процесса ректификации. |
| 20 | Положение линий рабочих концентраций на y-x диаграмме. Нахождение оптимального флегмового числа. |
| 21 | Тепловой баланс процесса ректификации. |
| 22 | Ректификация многокомпонентных смесей, экстрактивная и азеотропная ректификация. |
| 23 | Аппаратурное оформление процессов абсорбции и ректификации. Плёночные и насадочные аппараты. |
| 24 | Аппаратурное оформление процессов абсорбции и ректификации. Тарельчатые, роторные аппараты и распыливающие абсорберы. |
| 25 | Схема расчёта насадочных аппаратов для проведения абсорбции и ректификации. |
| 26 | Схема расчёта тарельчатых аппаратов для проведения абсорбции и ректификации. |
| 27 | Сущность процесса экстракции, его принципиальная схема. Равновесие в процессах экстракции. |
| 28 | Треугольная диаграмма. Изображение процессов разбавления и смешения на треугольной диаграмме. Виды треугольных диаграмм. |
| 29 | Кривая равновесия процесса экстракции на треугольной диаграмме. Нахождение хорд равновесия и критической точки. Влияние температуры и давления на равновесие в процессах экстракции. |
| 30 | Методы экстракции: однократная экстракция; многократная экстракция с перекрёстным током растворителя; многократная экстракция двумя экстрагентами. |
| 31 | Многократная экстракция с противотоком растворителя. Материальный баланс экстракции. Определение числа теоретических ступеней. |
| 32 | Непрерывная и ступенчатая противоточные экстракции. |
| 33 | Устройство и расчёт смесительно-отстойных экстракторов. Центробежные экстракторы. |
| 34 | Устройство и расчёт колонных экстракторов. |

7.3.2. Критерии и нормы оценки

| Семестр | Форма проведения промежуточной аттестации | Критерии и нормы оценки | |
|---------|---|-------------------------|---|
| 7 | Зачёт | «зачтено» | оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент дал ответы на не менее, чем на 80% вопросов для устного зачёта, заданных преподавателем (задаётся не менее 2 вопросов) |
| | | «не зачтено» | оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент дал ответы менее, чем на 80% вопросов, заданных преподавателем (задаётся не менее 2 вопросов) |
| 8 | Зачет с оценкой | «отлично» | оценка «отлично» выставляется, если проверяемый правильно, четко и в полном объеме изложил теоретический материал, проявив полную самостоятельность и творческий подход при обосновании утверждений |
| | | «хорошо» | оценка «хорошо» выставляется, если ответ в целом отвечает требованиям к оценке «отлично», но проверяемый допускал отдельные неточности, вызвал необходимость дополнительных (уточняющих) вопросов и дал на них правильные ответы |
| | | «удовлетворительно» | оценка «удовлетворительно» выставляется, если проверяемый показал при ответе знания основного учебного материала, но затруднялся подтвердить теоретические положения конкретными примерами или обосновать их, докладывал материал недостаточно четко, иногда требовал наводящих вопросов |
| | | «неудовлетворительно» | оценка «неудовлетворительно» выставляется, если проверяемый допускал грубые |

| Семестр | Форма проведения промежуточной аттестации | Критерии и нормы оценки | |
|---------|---|-------------------------|---|
| | | | ошибки при ответе на поставленные вопросы, не знал порядок применения полученных знаний на практике |

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие (заголовок) | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС |
|----------|--|---|---|-------------|---|
| 1 | Айнштейн В.Г., Захаров М.К., Носов Г.А., Захаренко В.В., Зиновкина Т.В., Таран А.Л., Костанян А.Е. | Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. В двух книгах. Книга 1 | Учебник | 2022 | ЭБС «Лань» |
| 2 | Айнштейн В.Г., Захаров М.К., Носов Г.А., Захаренко В.В., Зиновкина Т.В., Таран А.Л., Костанян А.Е. | Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. В двух книгах. Книга 2 | Учебник | 2022 | ЭБС «Лань» |
| 3 | Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М.; под ред. В.Ф. Фролова. | Массообменные процессы химической технологии | Учебное пособие | 2017 | ЭБС «IPRbooks» |
| 4 | Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М. | Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) | Учебное пособие | 2017 | ЭБС «IPRbooks» |

8.2. Дополнительная литература

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие (заголовок) | Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС |
|----------|---|---|---|-------------|--|
| 1 | Макаренков Д.А., Назаров В.И., Баринский Е.А. | Процессы и аппараты химических технологий | Учебное пособие | 2016 | ЭБС «Znanium.com» |
| 2 | Потехин В.М., Потехин В.В. | Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки | Учебное пособие | 2017 | ЭБС «IPRbooks» |
| 3 | Поникаров И.И., Поникаров С.И., Рачковский С. В.. | Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки | Учебное пособие | 2017 | ЭБС «Лань» |

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

—
—
—

8.4. Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование ПО | Реквизиты договора (дата, номер, срок действия) |
|----------|-----------------|--|
| 1 | Windows | бессрочная |
| 2 | Office Standart | бессрочная |

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| № п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории) | Перечень основного оборудования |
|----------|--|--|
| 1 | Лаборатория «Процессы и АХП». Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. А-118 | Лабораторные установки по изучению процесса ректификации, процесса теплопередачи (труба в трубе), лабораторная установка для измерения давления, стационарное медиа оборудование, интерактивная доска. Столы ученические, стулья ученические. Медиа-обеспечение. |
| 2 | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. А- 307 | Столы ученические двухместные (моноблоки), стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая). |
| 3 | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. А- 306 | Столы ученические двухместные (моноблоки), стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), таблица Менделеева. |

| № п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории) | Перечень основного оборудования |
|----------|--|---|
| 4 | Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. УЛК-812 | Столы ученические, стол преподавательский, стулья ученические, доска аудиторная (маркерная), ПК с выходом в сеть Интернет |
| 5 | Помещение для самостоятельной работы обучающихся. (Г-401) | Столы, стулья, компьютеры |