

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной
работе

Лейфа А.В. Лейфа

9 апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ»

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль) образовательной программы – Химическая технология
природных энергоносителей и углеродных материалов

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2024

Форма обучения – Очная

Курс 3 Семестр 5,6

Экзамен 5,6 сем

Общая трудоемкость дисциплины 468.0 (академ. час), 13.00 (з.е)

Составитель Ю.А. Гужель, доцент, канд. техн. наук

Институт компьютерных и инженерных наук

Кафедра химии и химической технологии

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.20 № 922

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры химии и химической технологии

01.02.2024 г. , протокол № 6

Заведующий кафедрой Гужель Ю.А. Гужель

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

9 апреля 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Гужель Ю.А. Гужель

9 апреля 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

9 апреля 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

9 апреля 2024 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Углубление, развитие и систематизация знаний в области аппаратного обеспечения технологических процессов для решения практических вопросов разного уровня сложности в ходе выполнения профессиональных задач в области общепрофессиональной, производственно-технологической, научно-исследовательской и проектной деятельности; формирование навыков исследовательской работы и инженерного мышления

Задачи дисциплины:

- формирование фундаментальных знаний о процессах и аппаратах химической технологии, их конструктивных особенностях и методах расчета;
- формирование навыков применения полученных знаний для решения конкретных задач переработки веществ и материалов химических технологий.

2. МЕСТО УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии» относится к обязательной части ФГОС ВО. Для успешного освоения данной дисциплины студенты должны иметь соответствующий объем знаний по следующим дисциплинам: «Математика», «Физика», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика», «Механика», «Общая химическая технология», «Гидрогазодинамика», пройти учебную (ознакомительную практику) и производственную ((технологическую (проектно-технологическую) практику) практику) практику.

Знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии», помимо достижения поставленных целей и задач, являются основой для успешного выполнения курсового проекта по означенной дисциплине, а также для освоения следующих дисциплин: «Системы управления химико-технологическими процессами», «Оборудование нефтегазоперерабатывающих заводов», «Химическая технология глубокой переработки нефти и газа», «Технологические процессы глубокой переработки нефти и газа».

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Инженерная и технологическая подготовка	ОПК-4 Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического	ИД-1ОПК-4 Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии соответствующие аппараты и методы их расчета ИД-5ОПК-4 Умеет определять

	процесса при изменении свойств сырья	характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса ИД-6ОПК-4 Умеет рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства ИД-10ОПК-4 Владеет методами технологических расчетов отдельных узлов химического оборудования ИД-11ОПК-4 Владеет методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования
--	--------------------------------------	---

4. СТРУКТУРА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Общая трудоемкость учебного предмета составляет 13.00 зачетных единицы, 468.0 академических часов.

- 1 – № п/п
- 2 – Тема (раздел) учебного предмета, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация
- 3 – Семестр
- 4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)
 - 4.1 – Л (Лекции)
 - 4.2 – Лекции в виде практической подготовки
 - 4.3 – ПЗ (Практические занятия)
 - 4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки
 - 4.5 – ЛР (Лабораторные работы)
 - 4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки
 - 4.7 – ИКР (Иная контактная работа)
 - 4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)
 - 4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)
- 5 – Контроль (в академических часах)
- 6 – Самостоятельная работа (в академических часах)
- 7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Введение в дисциплину	5	2										8	тест

2	Гидромеханические процессы	5	18		12		10					30	тесты, защита лабораторных работ, коллоквиум, контрольная работа
3	Тепловые процессы	5, 6	28		20		30					34	тесты, контрольная работа, защита лабораторных работ, коллоквиум
4	Массообменные процессы	6	36		48		40					38	тесты, контрольная работа, защита лабораторных работ, коллоквиум,
5	Курсовой проект	6							3			30	подготовка и защита курсового проекта
6	Экзамен	5, 6								0.6	80.4		
Итого			84.0		80.0		80.0		3.0	0.0	0.6	80.4	140.0

5. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Введение в дисциплину	Предмет курса. Задачи дисциплины и ее роль в подготовке специалистов в условиях многоуровневой системы высшего образования. Краткие исторические сведения о развитии и становлении курса процессов и аппаратов химической технологии. Классификация основных процессов химической технологии. Роль и взаимосвязь типовых процессов в химической технологии. Процессы непрерывные, периодические, комбинированные, стационарные и нестационарные. Общие принципы расчета и моделирования процессов и аппаратов
2	Гидромеханические процессы	Гидростатика и гидродинамика. Капельные и упругие жидкости. Основные физические свойства жидкости (плотность, давление, вязкость, поверхностное натяжение, сжимаемость, температурное расширение). Понятие об идеальной жидкости. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Дифференциальное уравнение равновесия и распределение давления в покоящихся средах. Практические приложения основного уравнения гидростатики (закон

		<p>Паскаля). Уравнение Бернулли для идеальной и для реальной жидкостей. Практические приложения уравнения Бернулли. Гидродинамические режимы течения – ламинарный и турбулентный. Критерий Рейнольдса и его критические значения. Механизмы ламинарного и турбулентного течений. Гидравлическое сопротивление трубопроводов и аппаратов.</p> <p>Насосы. Типы насосов. Типовая схема и основные характеристики насосной установки. Перемещение жидкостей насосами. Расчет напора. Определение допустимой высоты всасывания. Явление кавитации и его предотвращение. Принцип действия и типы центробежных насосов. Основное уравнение центробежных машин Эйлера. Принцип действия и типы поршневых насосов. Характеристики насосов. Специальные типы поршневых и центробежных насосов. Насосы других типов. Термодинамические основы процесса сжатия газов. Классификация компрессоров по характеру изменения давления, по величине развиваемого напора (давления), по производительности, по принципу действия. Устройство и работа основных типов компрессоров, газодувок и вентиляторов.</p> <p>Классификация жидких и газовых гетерогенных систем: суспензии, эмульсии, пены, пыли, туманы. Материальный баланс процесса разделения. Процессы отстаивания и устройство отстойников. Расчет отстойников. Устройство и принцип действия циклонов. Расчет циклонов. Фильтрация суспензий и очистка газов от пылей на фильтрах. Уравнение фильтрации. Фильтровальные перегородки. Классификация и устройство основных типов фильтров непрерывного и периодического действия. Расчет фильтров. Принципы устройства и действия отстойных и фильтрующих центрифуг. Разделение газовых систем (очистка газов). Мокрая очистка газов.</p> <p>Способы перемешивания. Механическое перемешивание (мешалки лопастные, пропеллерные, турбинные и специальные). Механические перемешивающие устройства. Пневматическое перемешивание. Перемешивание в трубопроводах. Перемешивание с помощью сопел и насосов</p>
3	Тепловые процессы	<p>Основные понятия и определения: теплопередача, теплопроводность, конвекция, тепловое излучение, теплоотдача. Тепловые балансы. Основное уравнение теплопередачи. Температурное поле и температурный градиент. Передача тепла теплопроводностью (закон Фурье).</p>

		<p>Дифференциальное уравнение теплопроводности. Тепловое излучение (закон Стефана-Больцмана, закон Кирхгофа). Передача тепла конвекцией (конвективный теплообмен). Тепловое подобие (критерий Нуссельта, критерий Фурье, критерий Прандтля, критерий Грасгофа). Теплопередача при переменных температурах теплоносителей. Нестационарный теплообмен с твердыми телами. Оптимизация и интенсификация теплообмена.</p> <p>Основные тепловые процессы в химической технологии: нагревание и охлаждение жидкостей и газов, конденсация паров. Нагревание водяным паром. Нагревание глухим паром. Нагревание острым паром. Нагревание горячей водой. Нагревание топочными газами. Нагревание высокотемпературными носителями. Нагревание электрическим током. Охлаждение до обыкновенных температур. Охлаждение до низких температур. Конденсация паров. Конденсаторы смешения. Поверхностные конденсаторы.</p> <p>Основные группы теплообменников. Основные типы поверхностных теплообменников (трубчатых, пластинчатых, с оребренными поверхностями и др.). Теплообменные устройства реакционных аппаратов. Блочные и шнековые теплообменники. Смесительные (контактные) теплообменники: градирни, конденсаторы смешения, аппараты с барботажом пара и газа, с погружными горелками. Сравнительные характеристики, принципы выбора и преимущественные области применения теплообменных аппаратов различных конструкций. Тепловой, гидравлический и механический расчеты теплообменных аппаратов. Расчет конденсаторов.</p> <p>Назначение и технические методы выпаривания (под вакуумом, при атмосферном и избыточном давлении, выпаривание с кристаллизацией). Однокорпусные выпарные установки. Многокорпусные выпарные установки. Выбор числа корпусов. Классификация и основные конструктивные типы выпарных аппаратов. Устройство выпарных аппаратов. Расчет многокорпусных выпарных аппаратов. Повышение эффективности выпарных установок за счет утилизации теплоты.</p>
4	Массообменные процессы	<p>Классификация массообменных процессов. Равновесные условия и определение направления переноса вещества из фазы в фазу. Понятие о массопередаче и массоотдаче. Молекулярная диффузия (первый закон Фика). Расчет коэффициентов диффузии. Конвективный массоперенос. Механизм процесса массопереноса. Модели процесса массопереноса. Уравнение</p>

	<p>массоотдачи. Уравнение массопередачи. Коэффициенты и движущая сила процессов массопередачи. Расчет основных размеров массообменных аппаратов (диаметр, высота, определение числа ступеней, определение числа теоретических тарелок). Массопередача с твердой фазой.</p> <p>Общие сведения о процессе абсорбции. Фазовое равновесие в системе газ-жидкость. Материальный баланс и расход абсорбента. Конструкции абсорбционных аппаратов (пленочные и насадочные, барботажные и распылительные абсорберы). Расчет абсорберов. Схемы абсорбционных установок. Процессы десорбции. Общие сведения о процессе перегонки. Фазовое равновесие для идеальных смесей. Фазовое равновесие для реальных бинарных смесей. Простая перегонка (фракционная перегонка, перегонка с дефлегмацией, перегонка в токе носителя, молекулярная перегонка). Сущность процесса ректификации. Схемы ректификационных установок для разделения бинарных смесей. Материальный и тепловой балансы. Построение рабочих линий. Расчет минимального и действительного флегмового числа. Ректификация многокомпонентных смесей. Устройство ректификационных аппаратов. Расчет тарельчатых и насадочных колонн. Специальные виды перегонки.</p> <p>Характеристика адсорбентов и их виды. Физико-химические основы адсорбционных процессов. Равновесие при адсорбции. Скорость адсорбции. Устройство адсорберов и их расчет. Десорбция. Экстракция: способы бинарной экстракции, одноступенчатая экстракция, многоступенчатая перекрестная и противоточная экстракция, непрерывная противоточная экстракция, классификация и конструкции экстракторов. Сушка: общие сведения, виды сушки, параметры влажного воздуха, диаграмма состояния, изображение процессов, равновесие при сушке, формы связи влаги с материалом; материальный и тепловой балансы, линия реальной сушки, кинетика процесса, классификация и конструкции сушилок, расчет сушилок. Мембранные процессы: общие сведения, классификация; типы мембран; механизмы и кинетика мембранных процессов; конструкции мембранных аппаратов. Повышение эффективности массообменных процессов: критерии эффективности, пути повышения эффективности; совмещенные процессы.</p>
--	---

5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Расчет трубопровода. Подбор насоса	Гидравлический расчет простых напорных трубопроводов. Определение напора, развиваемого насосом. Подбор насоса с соответствующими параметрами по напору и мощности двигателя
Расчет процесса фильтрования	Расчет барабанного вакуум-фильтра с образованием намывного слоя осадка. Определение производительности фильтра
Расчет и подбор циклона	Расчет диаметра и высоты циклона ЦН-24. Определение действительной скорости потока. Нахождение значения гидравлического сопротивления. Подбор циклона по каталогу. Чертеж схемы циклона с нанесением конструкционных размеров
Теплопередача. Расчет кожухотрубчатых теплообменников	Расчет коэффициентов теплопередачи и теплоотдачи. Расчет теплопередающей поверхности кожухотрубчатого теплообменника. Подбор теплообменника по каталогу
Выпаривание. Расчет выпарной установки	Определение общего количества удаляемого растворителя. Расчет концентраций и температурных депрессий. Нахождение параметров ведения процесса в корпусах. Определение поверхности теплообмена
Основы массопередачи. Решение задач	Решение задач на тему «Способы выражения состава фаз»
Абсорбция. Расчет насадочного абсорбера	Расчет количества поглощаемого газа. Определение расхода абсорбента, диаметр абсорбера. Нахождение высоты колонны. Чертеж схемы абсорбционной установки с нанесением конструкционных размеров
Ректификация. Расчет тарельчатой ректификационной колонны	Составление материального и теплового баланса колонного аппарата. Определение число тарелок в ректификационной колонне непрерывного действия для разделения бинарной смеси. Определение требуемого диаметра и высоты тарельчатой части ректификационной колонны для разделения бинарной смеси
Расчет процесса адсорбции	Составление материального баланса. Расчет основных размеров адсорбера (десорбера)
Сушка. Расчет барабанной сушильной установки	Составление материального баланса сушильной установки. Определение основных параметров топочных газов и сушильного агента. Расчет гидравлического сопротивления установки

5.3. Лабораторные занятия

Наименование темы	Содержание темы
Техника безопасности	Изучение правил безопасной работы с лабораторными установками, правил работы с электрооборудованием
Исследование	Иллюстрация преобразования форм энергии струи

гидродинамических процессов	жидкости – уравнение Бернулли и иллюстрации расходомера Вентури. Исследование гидравлических сопротивлений трения или по длине, местных гидравлических сопротивлений (внезапное расширение и внезапное сужение). Изучение режимов течения жидкости
Исследование работы насосов	Определение напорно- расходной характеристики каждого насоса. -Определение суммарной напорно-расходной характеристики 2- х параллельно соединенных насосов. Определение суммарной напорно- расходной характеристики 2- х последовательно соединенных насосов
Изучение работы поршневого компрессора	Изучение конструкции и принципа действия поршневого компрессора. Экспериментальное построение реального цикла компрессора за счет непрерывного измерения давления внутри цилиндра компрессора при различных частотах вращения коленчатого вала. Определение основных технических показателей компрессора (производительность, мощность, КПД). Определение потерь давления по всей системе поршневого компрессора
Исследование тепло- обмена в рекуперативных теплообменниках	Исследование работы теплообменных аппаратов при теплообмене между системами пар- жидкость и жидкость- газ. Исследование зависимости коэффициента теплопередачи (теплоотдачи) между системами пар- жидкость от скорости движения жидкой среды. Исследование зависимости коэффициента теплопередачи (теплоотдачи) между системами жидкость- газ от скорости движения газовой среды
Исследование гидродинамических и теплообменных явлений в псевдооживленном слое твердого зернистого материала	Гидродинамика псевдооживленного слоя (построение кривой псевдооживления и экспериментальное определение скорости начала псевдооживления). Гидродинамика уноса, сепарация твердого зернистого материала по плотности и размеру частиц, пневмотранспорт, циклонный процесс. Исследование особенностей теплообмена в псевдооживленном слое между теплообменной поверхностью и газом
Исследование гидродинамических и тепло-массообменных характеристик контактных устройств массообменных колонных аппаратов	Исследование гидродинамических явлений в тарельчатой колонне. Исследование тепло-массообмена на тарельчатых контактных устройствах колонных аппаратов по испарению на системе вода- воздух. Исследование гидродинамических явлений в насадочной колонне. Исследование процесса физической абсорбции диоксида углерода
Изучение процесса ректификации	Изучение работы ректификационной установок, построение кинетической кривой. Изучение конструкции и принципа действия тарельчатой ректификационной колонны

Изучение процесса адсорбции	Изучение конструкции и принципа действия адсорбционного аппарата. Определение динамической и статической активности адсорбента
-----------------------------	--

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Введение в дисциплину	Выполнение лабораторных работ, подготовка к тесту	8
2	Гидромеханические процессы	Подготовка к тесту, выполнение контрольной работы. Выполнение лабораторных работ. Подготовка к коллоквиуму	30
3	Тепловые процессы	Подготовка к тесту, выполнение контрольной работы. Выполнение лабораторных работ. Подготовка к коллоквиуму	34
4	Массообменные процессы	Подготовка к тесту, выполнение контрольной работы. Выполнение лабораторных работ. Подготовка к коллоквиуму	38
5	Курсовой проект	Выполнение и защита курсового проекта	30

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации учебного процесса используются как традиционное обучение (технологии поддерживающего обучения), так и современные образовательные технологии. Выбор технологии зависит от уровня базовых знаний в группе и от уровня мотивации к обучению как данной дисциплине, так и к образовательному процессу в целом.

На занятиях используются информационные технологий при организации коммуникации со студентами для представления информации, выдачи рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам (электронная почта, личный кабинет), использование мультимедиа средств при проведении лекционных и практических занятий.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: экзамен (5 и 6 семестры)

Вопросы к экзамену (5 семестр)

1. Гидромеханические, тепловые, массообменные и химические процессы. Общие сведения.
2. Классификация по способу организации процессов: периодические, непрерывные, комбинированные.
3. Физические свойства жидкостей: плотность, давление, вязкость, поверхностное натяжение, температурное расширение.
4. Характеристики движения жидкостей: скорость и расход, гидравлический радиус и эквивалентный диаметр.
5. Режимы движения жидкостей.
6. Классификация насосов.
7. Краткая характеристика механических насосов.
8. Характеристика немеханических насосов.
9. Типовая схема насосной установки с механическим рабочим органом.
10. Основные параметры насосов.

11. Устройство, принцип действия, типы центробежных насосов. Характеристика центробежных насосов.
 12. Устройство, принцип действия, типы поршневых насосов. Характеристика поршневых насосов.
 13. Осевые, вихревые насосы. Газлифт. Устройство и принцип действия.
 14. Общая характеристика компрессорных машин.
 15. Поршневые компрессоры. Классификация. Принцип действия. Оппозитные компрессоры.
 16. Устройство, принцип действия, виды ротационных компрессоров.
 17. Характеристика дисперсных систем. Классификация дисперсных систем.
 18. Отстаивание (осаждение) как способ разделения неоднородных систем.
 19. Классификация и принцип действия отстойников.
 20. Фильтрация как способ разделения жидких неоднородных систем.
 21. Виды фильтровальных перегородок.
 22. Характеристика аппаратов для фильтрации.
 23. Разделение неоднородных систем под действием центробежной силы.
 24. Конструкции центрифуг и сепараторов.
 25. Устройство и принцип действия гидроциклонов.
 26. Очистка газов. Общая характеристика. Способы очистки.
 27. Гравитационная очистка. Устройство и принцип действия пылесадительной камеры.
 28. Фильтрация как способ очистки газов. Виды фильтровальных перегородок.
 29. Устройство и принцип действия рукавного фильтра. Принципиальная схема.
 30. Фильтры с зернистыми слоями.
 31. Мокрая очистка газов от пыли. Устройство барботажного фильтра.
 32. Устройство и принцип действия скруббера Вентури.
 33. Общие сведения процесса перемешивания в жидких средах. Способы перемешивания. Эффективность и интенсивность перемешивающих устройств.
 34. Перемешивающие устройства для механического перемешивания.
 35. Пневматическое перемешивание. Перемешивание в трубопроводах.
 36. Общая характеристика тепловых процессов. Коэффициент теплопередачи.
 37. Перенос теплоты теплопроводностью.
 38. Передача теплоты конвекцией и излучением.
 39. Движущая сила тепловых процессов. Схемы движения теплоносителей. Интенсификация переноса теплоты.
 40. Общие сведения процесса подвода теплоты.
 41. Нагревание водяным паром.
 42. Нагревание парами высокотемпературных теплоносителей.
 43. Нагревание горячими жидкостями. Перегретая вода.
 44. Нагревание высокотемпературными жидкими теплоносителями.
 45. Нагревание топочными газами. Типы электропечей.
 46. Общая характеристика процесса отвода теплоты.
 47. Охлаждение водой и воздухом. Устройство и принцип действия градирен.
 48. Классификация теплообменной аппаратуры.
 49. Одноходовый и двухходовый горизонтальный трубчатый теплообменник.
 50. Теплообменник с U-образными трубками. Устройство и принцип действия.
 51. Спиральные теплообменники.
 52. Пластинчатые теплообменники.
 53. Аппараты воздушного охлаждения.
 54. Теплообменные аппараты смешения
- Вопросы к экзамену (6 семестр)
1. Выпаривание. Основные типы выпарных аппаратов.
 2. Выпарные аппараты с естественной и принудительной циркуляцией. Устройство и принцип действия.
 3. Пленочные выпарные аппараты. Устройство и принцип действия.

4. Схемы однокорпусных выпарных установок.
5. Схемы многокорпусных выпарных установок.
6. Классификация и характеристика массообменных процессов.
7. Способы выражения состава фаз.
8. Уравнение материального баланса. Рабочая линия.
9. Скорость массопередачи. Молекулярная и турбулентная диффузия, конвективный перенос.
10. Уравнение массоотдачи. Уравнение массопередачи.
11. Массообмен с твердой фазой.
12. Абсорбция. Промышленное применение.
13. Классификация и устройство абсорбционных аппаратов.
14. Пленочные абсорберы. Устройство и принцип действия.
15. Насадочные колонные аппараты. Виды насадок. Гидродинамические режимы работы.
16. Тарельчатые и распылительные абсорберы. Устройство и принцип действия.
17. Схема абсорбционных установок. Десорбция.
18. Перегонка жидкости и ректификация. Общие сведения.
19. Простая перегонка и ее виды.
20. Сущность и принципы ректификации. Схемы ректификационных установок.
21. Материальный баланс ректификационной колонны. Уравнения рабочих линий.
22. Определение числа тарелок.
23. Ректификация многокомпонентных смесей. Специальные виды ректификации.
24. Тарельчатые колонны.
25. Насадочные колонны.
26. Сущность процесса адсорбции и десорбции.
27. Характеристика адсорбента.
28. Устройство и принцип действия адсорберов.
29. Сущность процесса экстракции. Способы ведения процесса.
30. Экстракторы.
31. Сушка, виды и способы сушки.
32. Формы связи влаги с материалом.
33. Материальный и тепловой баланс сушки.
34. Классификация и типы сушилок.
35. Конвективные сушилки. Область применения. Виды.
36. Контактные сушилки. Область применения. Виды.

Темы курсовых проектов (6 семестр)

1. Расчет и проектирование кожухотрубчатого теплообменного аппарата
2. Расчет и проектирование пластинчатого теплообменного аппарата
3. Расчет и проектирование спирального теплообменного аппарата
4. Расчет и проектирование двухкорпусной выпарной установки
5. Расчет и проектирование трехкорпусной прямоточной выпарной установки
6. Расчет и проектирование трехкорпусной противоточной выпарной установки
7. Расчет и проектирование сушильной установки
8. Расчет абсорбционной установки непрерывного действия
9. Расчет абсорбционной установки периодического действия
10. Расчет тарельчатой ректификационной колонны
11. Расчет насадочной ректификационной колонны
12. Расчет адсорбера с неподвижным слоем адсорбента
13. Расчет адсорбера с псевдооживленным слоем адсорбента

9. УЧЕБНО- МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

а) литература

1. Бородулин, Д. М. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / Д. М. Бородулин, В. Н. Иванец. – Кемерово : Кемеровский технологический институт

- пищевой промышленности, 2007. – 168 с. – ISBN 978-5-89289-435-7. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/14388.html> (дата обращения: 26.03.2024). – Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Владимиров, А.И. Основные процессы и аппараты нефтегазопереработки [Текст]: учеб. пособие / А. И. Владимиров [и др.]. – Москва: Рос. гос. ун-т нефти и газа, 2018. – 244 с.
3. Гужель Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии [Электронный ресурс]: учеб. пособие. Ч. 1. Гидромеханические процессы и аппараты / Ю. А. Гужель; АмГУ, ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2019. - 96 с. – Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/11318.pdf.
4. Гужель Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии [Электронный ресурс]: учеб. пособие. Ч. 2. Тепловые процессы и аппараты / Ю. А. Гужель ; АмГУ, ИФФ. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2020. - 65 с. – Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/11385.pdf.
5. Гужель Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии [Электронный ресурс]: учеб. пособие. Ч. 3. Массообменные процессы и аппараты / Ю. А. Гужель; АмГУ, ИФФ. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2020. - 145 с. – Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/11508.pdf.
6. Леонтьева, А. И. Оборудование химических производств. Часть 1: учебное пособие / А. И. Леонтьева. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. – 234 с. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/64134.html> (дата обращения: 26.03.2024). – Режим доступа: для авторизир. Пользователей
7. Леонтьева, А. И. Оборудование химических производств. Часть 2: учебное пособие / А. И. Леонтьева. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. – 281 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/64133.html> (дата обращения: 26.03.2024). – Режим доступа: для авторизир. пользователей
8. Поникаров, И. И. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки : учебник / И. И. Поникаров, М. Г. Гайнуллин. – 6-е изд., стер. – Санкт- Петербург : Лань, 2020. – 604 с. – ISBN 978-5-8114-4988-0. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/130190> (дата обращения: 26.03.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
9. Разинов, А. И. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / А. И. Разинов, А. В. Клинов, Г. С. Дьяконов. – Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. – 860 с. – ISBN 978-5-7882-2154-0. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/75637.html> (дата обращения: 26.03.2024). – Режим доступа: для авторизир. пользователей
10. Смирнов, Н. Н. Альбом типовой химической аппаратуры (принципиальные схемы аппаратов) / Н. Н. Смирнов, В. М. Барабаш, К. А. Карпов ; под редакцией Н. Н. Смирнов. – 5- е изд., стер. – Санкт- Петербург : Лань, 2024. – 84 с. – ISBN 978-5-507-48587-1. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/356174> (дата обращения: 26.03.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	LibreOffice	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL https://ru.libreoffice.org/about-us/license/
2	http://	Электронная библиотечная система «Издательства

	www.e.lanbook.com	Лань», тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки, химия
3	http://elibrary.ru	Научная электронная библиотека журналов
4	https://urait.ru	Электронная библиотечная система «Юрайт». ЭБС «Юрайт» в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования
5	https://www.iprbookshop.ru	Цифровой образовательный ресурс IPR SMART – библиотечная система и удобные инструменты для обучения и преподавания на одной платформе

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	http://gostexpert.ru	Единая база ГОСТов РФ по категориям Общероссийского Классификатора Стандартов, содержащая документы для бесплатного доступа для образования и промышленности РФ
2	https://www.ngpedia.ru	Большая энциклопедия нефти и газа содержит статьи из разных областей науки и техники. Каждая статья посвящена определенному термину и представляет собой подборку из частей текстов книг, в которых описывается данный термин
3	https://energybase.ru/downstream	Актуальная база перерабатывающих нефтегазовых предприятий, осуществляющих переработку нефти и газа
4	http://www.xumuk.ru	Поисковая система по химии, содержащая информацию по неорганической, органической, коллоидной и химии и по дисциплинам химического профиля
5	http://nglib.ru	Портал научно-технической информации по добыче и переработке нефти и газа
6	https://pronpz.ru	Портал о переработке нефти и газа. Содержит нефтегазовые новости компаний России и мира. Статьи и новости нефтегазового сектора

10. МАТЕРИАЛЬНО- ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Занятия по дисциплине проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Лекционные занятия проводятся в учебной аудитории, оснащенной плазменным телевизором. Лабораторные работы проводятся в специализированных лабораториях, оснащенных лабораторным оборудованием. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно- библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду университета.