ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Институт естественных и точных наук

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Замышляева А. А.
Пользователь: zamyshliaevaaa
Дата подписания: 09.02.2022

А. А. Замышляева

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.27 Процессы и аппараты химической технологии
для направления 18.03.01 Химическая технология
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик Экология и химическая технология

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 922

Зав.кафедрой разработчика,
д.хим.н., проф.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Авдин В. В.
Пользователь: avdinvv
Дата подписания: 08.02.2022

В. В. Авдин

Разработчик программы,
к.хим.н., доцент

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Смолякова К. Р.
Пользователь: smoliakovakr
Дата подписания: 08.02.2022

К. Р. Смолякова

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления
д.техн.н., снс

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Дыскина Б. Ш.
Пользователь: dyskinabs
Дата подписания: 08.02.2022

Б. Ш. Дыскина

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины включает выявление общих закономерностей процессов переноса и сохранения веществ и энергий; ознакомление с конструкциями аппаратов и машин химического производства, их характеристиками; освоение методов расчета технологических процессов и аппаратов для их проведения. В рамках поставленной цели можно выделить следующие задачи: а) формирование знаний о теоретических основах процессов химической технологии, принципе действия и основных конструкциях аппаратов для проведения физико-химических процессов, б) изучение механизмов основных химико-технологических процессов, в) обоснование выбора оптимальных параметров режима протекающих процессов и расчета основных размеров соответствующих аппаратов для получения максимального выхода продукта, г) овладение навыками применения полученных знаний для решения практических задач и проектирования химических производств. Таким образом, знания, полученные при изучении курса, необходимы при подготовке технологов широкого профиля для научно-исследовательской, проектной и практической работы на предприятиях.

Краткое содержание дисциплины

Содержание (и методические рекомендации) разделов и тем дисциплины: 1 Введение в курс Предмет, цели и задачи курса. Взаимосвязь дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» с дисциплинами различных специальностей. Краткие исторические сведения. Классификация химико-технологических процессов. Направления совершенствования химических производств. Основные этапы научного исследования и проектирования в химической области. Экономические проблемы внедрения результатов физико-химических исследований, а также проектирования, строительства и эксплуатации химических производств. 2 Основные закономерности процессов химической технологии Применение основных физико-химических законов при рассмотрении процессов и аппаратов химической технологии. Основы теории переноса вещества и энергии. Материальный баланс. Энергетический баланс. Условия равновесия. Скорость процесса. Основное кинетическое уравнение химико-технологического процесса, входящие в него величины. Определение направления и движущей силы процесса. Константа скорости процесса. Поверхность соприкосновения фаз. Общие методы расчета химической аппаратуры. Характеристические уравнения пребывания частиц в аппаратах идеального вытеснения и полного смешения. Физическое и математическое моделирование процессов переноса вещества и энергии. Критерии подобия и соответствующие им уравнения. Системы размерностей. 3 Гидромеханические процессы и аппараты Гидромеханические процессы. Гидравлика: гидростатика и гидродинамика. Основные физические свойства жидкостей. Идеальная и реальная жидкость. Вязкие, неньютоновские (пластичные) и псевдопластичные жидкости. Гидростатика. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Гидростатическое давление. Практические приложения основного уравнения гидростатики (закона Паскаля). Гидродинамика. Материальный баланс потока (уравнения неразрывности потока). Дифференциальные уравнения движения Эйлера. Энергетический баланс потока (уравнение Бернулли). Режимы движения вязкой жидкости. Элементы теории подобия гидромеханических процессов. Дифференциальные уравнения движения

реальной жидкости (уравнения Навье-Стокса). Преобразование уравнений Навье-Стокса методами теории подобия. Критерии подобия, их физический смысл. Движение жидкостей по трубопроводам. Возникновение сопротивления при движении реальной жидкости. Потери напора (давления) на трение о стенки и на местные сопротивления при изменении направления или скорости потока. Полная потеря напора. Истечение жидкостей через отверстия и водосливы. Пленочное течение жидкостей. Движение тел в жидкости. Движение жидкостей через зернистый и пористый слои. Гидравлика кипящего (псевдоожиженного) слоя. Механические процессы с участием твёрдых материалов, а также перемещение жидкостей и газов насосами; разделение жидких неоднородных систем отстаиванием, фильтрованием, центрифугированием; очистка газов; перемешивание жидких сред более подробно рассматриваются в программах курсов специальных дисциплин. 4 Тепловые процессы и аппараты Основные тепловые процессы в химической технологии. Теплоносители. Передача тепла непосредственным соприкосновением теплоносителей. Передача тепла через стенку. Стационарный и нестационарный перенос теплоты. Способы переноса тепла: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение (лучеиспускание). Температурное поле и температурный градиент. Тепловой (энергетический) баланс: уравнение теплового баланса, определение тепловой нагрузки при нагревании и охлаждении без изменения агрегатного состояния, определение тепловой нагрузки при изменении агрегатного состояния. Уравнения передачи тепла: уравнение теплопередачи, уравнение теплопроводности, уравнение передачи тепла конвекцией. Потери тепла в окружающую среду. Теплопередача и теплоотдача. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Передача тепла через плоскую и цилиндрическую стенки, уравнения теплопроводности. Теплопроводность однослойных и многослойных стенок при установившемся тепловом потоке. Конвекция. Тепловой пограничный слой. Уравнение Фурье-Кирхгофа. Уравнение теплоотдачи. Коэффициент теплоотдачи. Критерии подобия. Теплоотдача при вынужденной конвекции и при свободной (естественной) конвекции. Теплоотдача при конденсации пара. Теплоотдача при кипении жидкости. Теплопередача при непосредственном соприкосновении теплоносителей. Тепловое излучение. Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа. Теплообмен лучеиспусканием между телами. Лучеиспускание газов. Совместная передача тепла конвекцией и лучеиспусканием (радиационно-конвективная). Теплопередача. Основное уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи. Движущая сила и общее термическое сопротивление. Средний температурный напор при различных направлениях движения теплоносителей. Определение температур стенок. 1) Нагревание и охлаждение Способы нагревания и охлаждения. Требования, предъявляемые к теплоносителям, сравнительные характеристики теплоносителей и области их применения. Устройство теплообменных аппаратов. Сравнение и выбор теплообменных аппаратов. Эксплуатация теплообменных аппаратов. Расчет теплообменных аппаратов. Расчет теплообмена при конденсации пара. Периодический процесс теплообмена. Теплообмен в кипящем (псевдоожиженном) слое. Регенеративные и смесительные теплообменные аппараты. 2) Выпаривание Способы выпаривания. Устройство выпарных аппаратов. Эксплуатация выпарных аппаратов. Расчет выпарных аппаратов. Многокорпусные выпарные установки. Расчет многокорпусной выпарной установки. Выпарные установки с тепловым насосом. Создание вакуума в выпарных установках. 3) Кристаллизация Равновесие при кристаллизации.

Материальный и тепловой балансы процесса. Кинетика кристаллизации. Разделение смесей кристаллизацией. Устройство и принцип действия кристаллизаторов. Расчет кристаллизаторов. Кристаллизация расплавов. 5 Массообменные процессы и аппараты Основные массообменные процессы в химической технологии. Статика массообменных процессов. Способы выражения состава фаз. Равновесие между фазами. Материальный баланс процессов массообмена. Кинетика массообменных процессов. Массопередача и массоотдача. Уравнение массопередачи. Процесс массообмена между фазами: молекулярная диффузия; конвективная диффузия; массообмен с участием твердой фазы. Связь коэффициента массопередачи и коэффициентов массоотдачи. Подобие массообменных процессов. Средняя движущая сила и методы расчета процессов массопередачи: среднелогарифмическая движущая сила; число единиц переноса; высота единицы переноса. 1) Абсорбционные процессы и аппараты Физические основы процесса абсорбции. Устройство абсорберов. Десорбция. Схемы абсорбционных установок. Расчет насадочных абсорберов. Расчет барботажных абсорберов. 2) Экстракционные процессы и аппараты Физические основы процесса экстракции. Устройство экстракторов. Схемы экстракционных установок. Сравнение и выбор экстракторов. Расчет экстракторов. 3) Процессы перегонка и ректификации, аппаратурное оформление Основные свойства смесей жидкостей и их паров. Материальный и тепловой балансы процесса ректификации. Схемы ректификационных установок. Устройство ректификационных аппаратов. Эксплуатация ректификационных установок. Ректификация сжиженных газов. Расчет ректификационных колонн. Простая перегонка. Специальные виды перегонки. 4) Адсорбционные процессы Теория адсорбции. Устройство адсорберов. Расчет адсорберов. 5) Процессы сушки Статика сушки. Свойства влажного газа (воздуха). I – x-диаграмма влажного воздуха. Материальный и тепловой балансы процесса сушки. Изображение процесса сушки на I – x-диаграмма. Схемы сушки. Кинетика сушки. Устройство сушилок. Сравнение и выбор сушилок. Расчет сушилок. Специальные способы сушки. 6) Мембранные процессы и аппараты Мембранные процессы (баромембранные, дифузионномембранные, электромембранные) и рациональные области их применения. Типы мембран. Основные представления о механизмах мембранного разделения. Основные конструкции мембранных аппаратов (плоскокамерные, рулонные, трубчатые, половолокнистые). Сравнение характеристик и выбор мембранных аппаратов.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	Знает: фундаментальные физические законы Имеет практический опыт: выполнения физических экспериментов, обработки и оформления их результатов

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ

1.О.23 Начертательная геометрия и инженерная графика, 1.О.24 Прикладная механика, 1.О.12 Специальные главы математики, 1.О.18 Аналитическая химия и физико-химические методы анализа, 1.О.16 Органическая химия, 1.О.20 Физика, 1.О.10 Математика, 1.О.15 Общая и неорганическая химия, 1.О.17 Физическая химия, 1.О.11 Теория вероятностей и математическая статистика	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.О.15 Общая и неорганическая химия	Знает: применение химических процессов в современной технике, практическое использование достижений химии, современную теорию строения вещества, основные закономерности протекания химических процессов, периодичность свойств химических элементов и соединений на их основе, свойства основных классов неорганических веществ,применение химических процессов в современной технике, практическое использование достижений химии Умеет: составлять химические уравнения, выполнять типовые химические расчеты, использовать справочную химическую литературу, составлять химические уравнения, выполнять типовые химические расчеты, использовать справочную химическую литературу Имеет практический опыт: выполнения химических экспериментов, обработки и оформления его результатов, решения задач по определению и расчету свойств химических элементов, соединений, растворов и других химических систем
1.О.24 Прикладная механика	Знает: основные закономерности в механике и их взаимосвязь, общие принципы и методы инженерных расчетов, способы расчёта деталей на прочность Умеет: Имеет практический опыт: решения задач по механике и сопротивлению материалов
1.О.16 Органическая химия	Знает: классификацию, строение и номенклатуру важнейших классов органических соединений, классификацию органических реакций, равновесие, скорости, механизмы, катализ органических реакций, свойства основных классов органических соединений, основные методы синтеза и исследования органических соединений Умеет: простейшие методы синтеза

	органических веществ различных классов, методы исследования состава и свойств органических веществ, решать задачи по органической химии, составлять уравнения реакций, пользоваться справочной литературой Имеет практический опыт: синтеза органических веществ и определения их свойств, выполнения синтеза органических соединений различных классов и определения их свойств
1.О.11 Теория вероятностей и математическая статистика	Знает: основные закономерности теории вероятности и математической статистики Умеет: Имеет практический опыт: статистической обработки данных
1.О.18 Аналитическая химия и физико-химические методы анализа	Знает: основные химические и физико-химические методы качественного и количественного анализа веществ и материалов, методы обработки результатов аналитических экспериментов, основные типы химических реакций и физико-химических свойств веществ, используемых при проведении аналитического определения, принципы описания химических равновесий и влияющие на них факторы Умеет: обоснованно выбрать метод аналитического определения компонентов веществ и материалов, пользоваться справочной химико-аналитической литературой, обоснованно выбрать надлежащий химико-аналитический или инструментальный метод для проведения исследований, пользоваться соответствующей специальной, нормативно-технической и справочной литературой Имеет практический опыт: выполнения качественного и количественного анализа веществ и материалов, обработки и оформления его результатов, расчета концентрации анализируемого вещества с учетом химического равновесия в системе, определения условий оптимизации аналитического процесса, проведения и обработки данных анализа, выполненых химико-аналитическими или инструментальными методами
1.О.20 Физика	Знает: фундаментальные законы физики, фундаментальные физические законы Умеет: выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах Имеет практический опыт: решения типовых задач по основным разделам курса, выполнения физических экспериментов, обработки и оформления результатов
1.О.23 Начертательная геометрия и инженерная графика	Знает: Умеет: применять анализ двухмерных изображений для построения трехмерных объектов, применять анализ двухмерных изображений для построения трехмерных объектов Имеет практический опыт: построения пространственных объектов для решения поставленных задач, построения пространственных объектов для решения поставленных задач

1.О.12 Специальные главы математики	Знает: основные математические методы, применяемые в исследовании профессиональных проблем Умеет: пользоваться методами решения математических задач Имеет практический опыт: применения математических методов обработки результатов экспериментального исследования
1.О.10 Математика	Знает: основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры, дискретной математики, теории дифференциальных уравнений Умеет: проводить анализ функций Имеет практический опыт: использования математических методов для решения задач профессиональной деятельности
1.О.17 Физическая химия	Знает: теоретические основы физико-химических методов исследования, основы современных теорий в области физической химии и способы их применения, основы химической термодинамики (начала термодинамики, общие условия равновесия систем, фазовые и химические равновесия, равновесия в растворах электролитов, термодинамическая теория Э.Д.С.,) химической кинетики, теорию растворов, электрохимию Умеет: пользоваться специальной, нормативно-технической и справочной литературой по технике и методикам физико-химического эксперимента, ставить задачи физико-химического исследования в химико-технологических и природных системах, выполнять термодинамические и кинетические расчеты простейших химических систем, пользоваться справочниками физико-химических термодинамических величин Имеет практический опыт: выполнения и обработки данных физико-химического эксперимента, выполнения физико-химических экспериментов и обработки их результатов, выполнения термодинамических и кинетических расчетов газовых смесей и химических систем, расчетов электрохимических систем и растворов

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 з.е., 360 ч., 184 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах		
		Номер семестра		
		5	6	7
Общая трудоёмкость дисциплины	360	108	72	180
Аудиторные занятия:	160	48	32	80
Лекции (Л)	64	16	16	32

Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	56	24	0	32
Лабораторные работы (ЛР)	40	8	16	16
Самостоятельная работа (СРС)	176	53,75	35,75	86,5
с применением дистанционных образовательных технологий	0			
Подготовка к контрольным и лабораторным работам	32	15	5	12
Подготовка к зачету	48	24	24	0
Выполнение курсового проекта	42,5	0	0	42.5
Подготовка к экзамену	32	0	0	32
Решение задач	21,5	14.75	6.75	0
Консультации и промежуточная аттестация	24	6,25	4,25	13,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	зачет	экзамен,КП

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение в курс	4	4	0	0
2	Основные закономерности процессов химической технологии	8	8	0	0
3	Гидромеханические процессы и аппараты	34	12	12	10
4	Тепловые процессы и аппараты	38	16	12	10
5	Массообменные процессы и аппараты	76	24	32	20

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1-2	1	Введение в курс (Предмет, цели и задачи курса. Взаимосвязь дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» с дисциплинами различных специальностей. Краткие исторические сведения. Классификация химико-технологических процессов. Направления совершенствования химических производств.)	4
3-4	2	Основные закономерности процессов химической технологии (Применение основных физико-химических законов при рассмотрении процессов и аппаратов химической технологии. Основы теории переноса вещества и энергии. Материальный баланс. Энергетический баланс. Условия равновесия. Скорость процесса. Основное кинетическое уравнение химико-технологического процесса, входящие в него величины. Определение направления и движущей силы процесса. Константа скорости процесса. Поверхность соприкосновения фаз.)	4
5-6	2	Основные закономерности процессов химической технологии (Общие методы расчета химической аппаратуры. Характеристические уравнения пребывания частиц в аппаратах идеального вытеснения и полного смешения. Физическое и математическое моделирование процессов переноса вещества и энергии. Критерии подобия и соответствующие им уравнения. Системы размерностей.)	4
7-9	3	Гидромеханические процессы и аппараты (Гидромеханические процессы. Гидравлика: гидростатика и гидродинамика. Основные физические свойства	6

		жидкостей. Идеальная и реальная жидкость. Вязкие, неньютоновские (пластичные) и псевдопластичные жидкости. Гидростатика. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Гидростатическое давление. Практические приложения основного уравнения гидростатики (закона Паскаля). Гидродинамика. Материальный баланс потока (уравнения неразрывности потока). Дифференциальные уравнения движения Эйлера. Энергетический баланс потока (уравнение Бернулли). Режимы движения вязкой жидкости.)	
10-12	3	Гидромеханические процессы и аппараты (Элементы теории подобия гидромеханических процессов. Движение жидкостей по трубопроводам. Возникновение сопротивления при движении реальной жидкости. Потери напора (давления) на трение о стенки и на местные сопротивления при изменении направления или скорости потока. Полная потеря напора.)	6
13-14	4	Тепловые процессы и аппараты (Основные тепловые процессы в химической технологии. Теплоносители. Передача тепла непосредственным соприкосновением теплоносителей. Передача тепла через стенку. Стационарный и нестационарный перенос теплоты. Способы переноса тепла: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение (лучеиспускание). Температурное поле и температурный градиент. Тепловой (энергетический) баланс: уравнение теплового баланса, определение тепловой нагрузки при нагревании и охлаждении без изменения агрегатного состояния, определение тепловой нагрузки при изменении агрегатного состояния. Уравнения передачи тепла: уравнение теплопередачи, уравнение теплопроводности, уравнение передачи тепла конвекцией. Потери тепла в окружающую среду. Теплопередача и теплоотдача. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Передача тепла через плоскую и цилиндрическую стенки, уравнения теплопроводности. Теплопроводность однослойных и многослойных стенок при установившемся тепловом потоке. Конвекция. Тепловой пограничный слой. Уравнение Фурье-Кирхгофа. Уравнение теплоотдачи. Коэффициент теплоотдачи. Критерии подобия. Теплоотдача при вынужденной конвекции и при свободной (естественной) конвекции. Теплоотдача при конденсации пара. Теплоотдача при кипении жидкости. Теплопередача при непосредственном соприкосновении теплоносителей. Тепловое излучение. Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа. Теплообмен лучеиспусканием между телами. Лучеиспускание газов. Совместная передача тепла конвекцией и лучеиспусканием (радиационно-конвективная). Теплопередача. Основное уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи. Движущая сила и общее термическое сопротивление. Средний температурный напор при различных направлениях движения теплоносителей. Определение температур стенок.)	4
15-16	4	Нагревание и охлаждение (Способы нагревания и охлаждения. Требования, предъявляемые к теплоносителям, сравнительные характеристики теплоносителей и области их применения. Устройство теплообменных аппаратов. Сравнение и выбор теплообменных аппаратов. Эксплуатация теплообменных аппаратов. Расчет теплообменных аппаратов. Расчет теплообмена при конденсации пара. Периодический процесс теплообмена. Теплообмен в кипящем (псевдоожиженном) слое. Регенеративные и смесительные теплообменные аппараты.)	4
17-18	4	Выпаривание (Способы выпаривания. Устройство выпарных аппаратов. Эксплуатация выпарных аппаратов. Расчет выпарных аппаратов. Многокорпусные выпарные установки. Расчет многокорпусной выпарной установки. Выпарные установки с тепловым насосом. Создание вакуума в выпарных установках.)	4
19-20	4	Кристаллизация (Равновесие при кристаллизации. Материальный и тепловой балансы процесса. Кинетика кристаллизации. Разделение смесей	4

		кристаллизацией. Устройство и принцип действия кристаллизаторов. Расчет кристаллизаторов. Кристаллизация расплавов.)	
21-22	5	Массообменные процессы и аппараты (Основные массообменные процессы в химической технологии. Статика массообменных процессов. Способы выражения состава фаз. Равновесие между фазами. Материальный баланс процессов массообмена. Кинетика массообменных процессов. Массопередача и массоотдача. Уравнение массопередачи. Процесс массообмена между фазами: молекулярная диффузия; конвективная диффузия; массообмен с участием твердой фазы. Связь коэффициента массопередачи и коэффициентов массоотдачи. Подобие массообменных процессов. Средняя движущая сила и методы расчета процессов массопередачи: среднелогарифмическая движущая сила; число единиц переноса; высота единицы переноса.)	4
23-24	5	Абсорбционные процессы и аппараты (Физические основы процесса абсорбции. Устройство абсорберов. Десорбция. Схемы абсорбционных установок. Расчет насадочных абсорберов. Расчет барботажных абсорберов.)	4
25-26	5	Экстракционные процессы и аппараты (Физические основы процесса экстракции. Устройство экстракторов. Схемы экстракционных установок. Сравнение и выбор экстракторов. Расчет экстракторов.)	4
27-28	5	Процессы перегонка и ректификации, аппаратурное оформление (Основные свойства смесей жидкостей и их паров. Материальный и тепловой балансы процесса ректификации. Схемы ректификационных установок. Устройство ректификационных аппаратов. Эксплуатация ректификационных установок. Ректификация сжиженных газов. Расчет ректификационных колонн. Простая перегонка. Специальные виды перегонки.)	4
29	5	Адсорбционные процессы (Теория адсорбции. Устройство адсорберов. Расчет адсорберов.)	2
30-31	5	Процессы сушки (Статика сушки. Свойства влажного газа (воздуха). I – x-диаграмма влажного воздуха. Материальный и тепловой балансы процесса сушки. Изображение процесса сушки на I – x-диаграмма. Схемы сушки. Кинетика сушки. Устройство сушилок. Сравнение и выбор сушилок. Расчет сушилок. Специальные способы сушки.)	4
32	5	Мембранные процессы и аппараты (Мембранные процессы (баромембранные, дифузионномембранные, электромембранные) и рациональные области их применения. Типы мембран. Основные представления о механизмах мембранного разделения. Основные конструкции мембранных аппаратов (плоскокамерные, рулонные, трубчатые, половолокнистые). Сравнение характеристик и выбор мембранных аппаратов.)	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1-2	3	Гидромеханические процессы и аппараты (Рассмотрение тем: гидростатика, гидродинамика.)	4
3-4	3	Гидромеханические процессы и аппараты (Рассмотрение тем: теория подобия гидромеханических процессов.)	4
5-6	3	Гидромеханические процессы и аппараты (Решение соответствующих задач.)	4
7-8	4	Тепловые процессы и аппараты (Рассмотрение тем: нагревание и охлаждение.)	4
9-10	4	Тепловые процессы и аппараты (Рассмотрение тем: выпаривание.)	4

11-12	4	Тепловые процессы и аппараты (Рассмотрение тем: кристаллизация.)	4
13-15	5	Массообменные процессы и аппараты (Рассмотрение тем: абсорбция.)	6
16-18	5	Массообменные процессы и аппараты (Рассмотрение тем: экстракция.)	6
19-21	5	Массообменные процессы и аппараты (Рассмотрение тем: перегонка, ректификация.)	6
22	5	Массообменные процессы и аппараты (Рассмотрение тем: адсорбция.)	2
23-25	5	Массообменные процессы и аппараты (Рассмотрение тем: сушка.)	6
26-28	5	Массообменные процессы и аппараты (Решение соответствующих задач.)	6

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1а	3	Исследование процесса фильтрации (часть 1)	6
1б	3	Исследование процесса фильтрации (часть 2)	4
2б	4	Исследование процесса сушки (часть 2)	4
2а	4	Исследование процесса сушки (часть 1)	6
3а	5	Изучение процесса перегонки и ректификации (часть 1)	6
3б	5	Изучение процесса перегонки и ректификации (часть 2)	4
4б	5	Изучение процесса абсорбции (часть 2)	4
4а	5	Изучение процесса абсорбции (часть 1)	6

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к контрольным и лабораторным работам	Конспекты лекций, осн.: [1-4], метод. пособ. для СРС: [1], уч.-мет. матер. вэлектронном виде: [1-5,9,6-8]	5	15
Подготовка к контрольным и лабораторным работам	Конспекты лекций, осн.: [1-4], метод. пособ. для СРС: [1], уч.-мет. матер. вэлектронном виде: [1-5,9,6-8]	7	12
Подготовка к зачету	Конспекты лекций, материал практических занятий, Осн.: [1-4], доп.: [1-2, 5-14], уч.-мет. матер. в электронном виде: [1-5,9]	5	24
Выполнение курсового проекта	Осн.: [1-4], доп.: [1-4,6-7, 9-10], метод. пособ. для СРС: [2], уч.-мет. матер. в электронном виде: [1-5,9]	7	42,5
Подготовка к экзамену	Конспекты лекций, материал практических занятий, Осн.: [1-4], доп.: [1-2, 5-7, 9-12], уч.-мет. матер. в электронном виде: [1-5,9]	7	32
Решение задач	Материал практических занятий, осн.: [2], доп.:[1-2]	5	14,75
Подготовка к контрольным и лабораторным работам	Конспекты лекций, осн.: [1-4], метод. пособ. для СРС: [1], уч.-мет. матер. вэлектронном виде: [1-5,9,6-8]	6	5
Решение задач	Материал практических занятий, осн.: [2], доп.:[1-2]	6	6,75

Подготовка к зачету	Конспекты лекций, материал практических занятий, Осн.: [1-4], доп.: [1-2, 5-14], уч.-мет. матер. в электронном виде: [1-5,9]	6	24

6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	5	Текущий контроль	Задания для СРС по лекционным и практическим материалам (текущий контроль) - 1 семестр	1	21	Проверка ответов заданий СРС № 1-21 (1 семестр). За верный ответ задания (на вопросы или задачи) студент получает 1 балл, за неверный ответ - 0 баллов. Таким образом, максимальное количество баллов за задания СРС 1 семестра - 21. Вес контрольного мероприятия - 1.	зачет
2	6	Текущий контроль	Задания для СРС по лекционным и практическим материалам (текущий контроль) - 2 семестр	1	13	Проверка ответов заданий СРС № 1-13 (2 семестр). За верный ответ задания (на вопросы или задачи) студент получает 1 балл, за неверный ответ - 0 баллов. Таким образом, максимальное количество баллов за задания СРС за задания СРС 2 семестра - 13 баллов. Вес контрольного мероприятия - 1.	зачет
3	7	Текущий контроль	Задания для СРС по лекционным и практическим материалам (текущий контроль) - 3 семестр	1	22	Проверка ответов заданий СРС № 1-22 (3 семестр). За верный ответ задания (на вопросы или задачи) студент получает 1 балл, за неверный ответ - 0 баллов. Таким образом, максимальное количество баллов за задания СРС за задания 3 семестра - 22 балла. Вес контрольного мероприятия - 1.	экзамен
4	7	Курсовая работа/проект	Защита КП (промежуточная аттестация)	-	10	Задание на КП выдаётся в первую неделю семестра. За две недели до окончания семестра студент сдаёт преподавателю пояснительную записку и графическую часть для проверки соответствие содержания техническому заданию, наличия теоретической части, правильного выполнения расчётов, оформления в соответствии с требованиями	кур-совые проекты

						стандартов. Преподаватель выставляет предварительные баллы и допускает студента к защите КП. Защита КП проходит в составе комиссии из 3 человек. В последнюю неделю семестра проводится защита КП. На защиту студент предоставляет: 1. Пояснительную записку на 30-35 страницах в печатанном виде, содержащую теоретическую и расчетную части. 2. Графическую часть на 1-3 листах формата А3 или А2 (или А1). На защите студент коротко (3-5 мин.) докладывает об основных проектных решениях, принятых в процессе разработки, и отвечает на 2 дополнительных вопроса. Оценивание самостоятельной работы студента при выполнении КП по теме индивидуального задания складывается из суммы баллов за оценку содержания и оформления пояснительной записки КП и защиты КП. Пояснительная записка: 0 баллов - студент получает при отсутствии пояснительной записки КП, оформленной в соответствии со стандартом; 1 балл - выставляется за курсовой проект, который не соответствует техническому заданию, но содержит частично необходимую теоретическую информацию, при оформлении КП с опечатками и неточностями. В пояснительной записке не приведено описание назначения, устройства и принципа работы оборудования. Основные параметры оборудования рассчитаны не верно. Пояснительная записка и графическая часть не соответствуют требованиям стандартов, пояснительная записка не имеет логичного, последовательного изложения материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. 2 балла - выставляется за курсовой проект, который частично соответствует техническому заданию, содержит необходимую теоретическую информацию. В пояснительной записке приведено описание назначения, устройства и принципа	

						работы оборудования. Основные параметры оборудования рассчитаны не верно. Пояснительная записка и графическая часть не соответствуют требованиям стандартов, пояснительная записка не имеет логичного, последовательного изложения материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. 3 балла - выставляется за курсовой проект, который частично соответствует техническому заданию, содержит необходимую теоретическую и расчётную части. В пояснительной записке приведено описание назначения, устройства и принципа работы оборудования. Рассчитаны основные параметры оборудования. Пояснительная записка и графическая часть выполнены в соответствии с требованиями стандартов, но пояснительная записка не имеет логичного, последовательного изложения материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями, графическая часть не полностью удовлетворяет требованиям расчетов. 4 балла - выставляется за курсовой проект, который полностью соответствует техническому заданию, содержит необходимую теоретическую и расчётную части. В пояснительной записке приведено описание назначения, устройства и принципа работы оборудования. Рассчитаны основные параметры оборудования. Пояснительная записка и графическая часть выполнены в соответствии с требованиями стандартов, пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями, графическая часть не полностью удовлетворяет требованиям расчётов. 5 баллов - выставляется за курсовой проект, который полностью соответствует техническому заданию, содержит необходимую теоретическую и расчётную части. В пояснительной	

						записке приведено описание назначения, устройства и принципа работы оборудования. Верно рассчитаны основные параметры оборудования. Пояснительная записка и графическая часть выполнены в соответствии с требованиями стандартов, пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями, графическая часть полностью соответствует рассчитанным параметрам. Таким образом, максимальный балл за пояснительную записку КП – 5. Защита КП: 0 баллов получает студент за отсутствие на защите; 1 балл получает студент на защите за неполный доклад об основных проектных решениях, принятых в процессе разработки, и неверных ответах на 2 дополнительных вопроса по теме КП. 2 балла получает студент на защите за неполный доклад об основных проектных решениях, принятых в процессе разработки, и 1 верный ответ на 2 дополнительных вопроса по теме КП. 3 балла получает студент на защите за полный доклад об основных проектных решениях, принятых в процессе разработки, и неверных ответах на 2 дополнительных вопроса по теме КП. 4 балла получает студент на защите за полный доклад об основных проектных решениях, принятых в процессе разработки, и 1 верный ответ на 2 дополнительных вопроса по теме КП. 5 баллов получает студент на защите за полный доклад об основных проектных решениях, принятых в процессе разработки, и верных ответах на 2 дополнительных вопроса по теме КП. Таким образом, максимальный балл за защиту КП – 5. Максимальная сумма баллов за контрольное мероприятие – 10. Вес контрольного мероприятия -1	
5	5	Проме-жуточная аттестация	Контрольное мероприятие промежуточной	-	5	Рейтинг по дисциплине складывается из баллов, полученных студентом в течение семестра и	зачет

			аттестации (зачёт 1 семестр)			баллов за контрольное мероприятие промежуточной аттестации, которое является обязательным. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время зачёта (1 семестра) в виде письменных ответов на вопросы и на задачи с приведением полного алгоритма решения. Студенту на зачете1 семестра выдаются 2 вопроса из разных тем курса и задачи (1 задача в первом семестре). Студенту отведено 90 минут на подготовку ответов и решение задач. Затем студент сдаёт работу не проверку преподавателю. Баллы за КМ 1 семестра: 2 балла при верном ответе на 1 вопрос, 1 балл при частично правильном ответе на 1 вопрос, 0 баллов - при неверном ответе на 1 вопрос; 1 балл - при верном ответе на 2 вопрос, 0 баллов - при неверном ответе на 2 вопрос. 2 балла - за полный алгоритм решения задачи и верный ответ, 1 балл - при неполном алгоритме решения задачи и верном ответе, 0 баллов - при неверном решении и ответе на задачу. Максимальное количество баллов за КМ 1 семестра - 5 баллов. Вес контрольного мероприятия промежуточной аттестации 1 семестра - 1.	
6	6	Проме-жуточная аттестация	Контрольное мероприятие промежуточной аттестации (зачёт 2 семестр)	-	5	Рейтинг по дисциплине складывается из баллов, полученных студентом в течение семестра и баллов за контрольное мероприятие промежуточной аттестации, которое является обязательным. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время зачёта 2 семестра в виде письменных ответов на вопросы и на задачи с приведением полного алгоритма решения. Студенту на зачёте 2 семестра выдаются 2 вопроса из разных тем курса и задачи (2 задачи во 2 семестре). Студенту отведено 90 минут на подготовку ответов и решение задач. Затем студент сдаёт работу не проверку преподавателю. Баллы за КМ 2 семестра: 1 балл при правильном ответе на каждый из 2 вопросов, 0 баллов - при неверном ответе на вопрос; 1 балл - за верное	зачет

						решение и ответ на первую задачу, 0 баллов - за неверное решение и ответ на первую задачу; 2 балла - за полный алгоритм решения второй задачи и верный ответ, 1 балл - при неполном алгоритме решения второй задачи и верном ответе, 0 баллов - при неверном решении и ответе на вторую задачу. Максимальное количество баллов за КМ 2 семестра - 5 баллов. Вес контрольного мероприятия промежуточной аттестации 2 семестра - 1.	
7	5	Текущий контроль	Защита выполненных ЛР (текущий контроль) - 1 семестр	2	4	Текущий контроль 1 семестра: Проверка результатов лабораторных работ, правильного оформления работ в соответствии с требованиями и защиты лабораторных работ осуществляется индивидуально с каждым студентом. Устно преподаватель задаёт два вопроса по каждой лабораторной работе. Общий балл при оценке складывается из следующих показателей (за каждую лабораторную работу): 0 баллов - при отсутствии на лабораторной работе, отсутствии отчёта, если студент не может правильно ответить ни на один из 2 заданных вопросов по лабораторной работе, а также если в ходе ЛР не получены верные результаты, выводы сделаны не верно, оформление ЛР не соответствует требованиям; 1 балл - студент присутствовал на лабораторной работе, получил верные результаты, сделал правильные выводы; 1 балл - студент оформил отчёт по лабораторной работе в соответствии с требованиями; 1 балл - за каждый правильный ответ на вопрос по лабораторной работе (всего 2 вопроса). Максимальное количество баллов за каждую лабораторную работу - 4. Всего предусмотрено проведение одной лабораторной работы из двух частей в 1 семестре. Максимальный балл за защиту ЛР в 1 семестре - 4. Вес контрольного мероприятия - 2.	зачет
8	6	Текущий контроль	Защита выполненных ЛР (текущий контроль) - 2	2	8	Текущий контроль 2 семестра: Проверка результатов лабораторных работ, правильного оформления работ в соответствии с	зачет

			семестр			требованиями и защиты лабораторных работ осуществляется индивидуально с каждым студентом. Устно преподаватель задаёт два вопроса по каждой лабораторной работе. Общий балл при оценке складывается из следующих показателей (за каждую лабораторную работу): 0 баллов - при отсутствии на лабораторной работе, отсутствии отчёта, если студент не может правильно ответить ни на один из 2 заданных вопросов по лабораторной работе, а также если в ходе ЛР не получены верные результаты, выводы сделаны не верно, оформление ЛР не соответствует требованиям; 1 балл - студент присутствовал на лабораторной работе, получил верные результаты, сделал правильные выводы; 1 балл - студент оформил отчёт по лабораторной работе в соответствии с требованиями; 1 балл - за каждый правильный ответ на вопрос по лабораторной работе (всего 2 вопроса). Максимальное количество баллов за каждую лабораторную работу - 4. Всего предусмотрено проведение двух лабораторных работ из двух частей во втором семестре. Максимальный балл за защиту ЛР во 2 семестре - 8. Вес контрольного мероприятия - 2.	
9	7	Текущий контроль	Защита выполненных ЛР (текущий контроль) - 3 семестр	2	5	Текущий контроль 3 семестра: Проверка результатов лабораторных работ, правильного оформления работ в соответствии с требованиями и защиты лабораторных работ осуществляется индивидуально с каждым студентом. Устно преподаватель задаёт два вопроса по каждой лабораторной работе. Общий балл при оценке складывается из следующих показателей (за каждую лабораторную работу): 0 баллов - при отсутствии на лабораторной работе, отсутствии отчёта, если студент не может правильно ответить ни на один из 2 заданных вопросов по лабораторной работе, а также если в ходе ЛР не получены верные результаты, выводы сделаны не верно, оформление ЛР не	экзамен

						соответствует требованиям; 1 балл - студент присутствовал на лабораторной работе, получил верные результаты, сделал правильные выводы; 1 балл - студент оформил отчёт по лабораторной работе в соответствии с требованиями; 1 балл - за верно выполненный расчёт по ЛР с полным алгоритмом решения; 1 балл - за каждый правильный ответ на вопрос по лабораторной работе (всего 2 вопроса). Максимальное количество баллов за каждую лабораторную работу - 5. Всего предусмотрено проведение одной лабораторной работы из двух частей в 3 семестре. Максимальный балл за защиту ЛР в 3 семестре - 5. Вес контрольного мероприятия - 2.	
10	7	Проме-жуточная аттестация	Контрольное мероприятие промежуточной аттестации (экзамен 3 семестр)	-	2	На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Проведение контрольного мероприятия промежуточной аттестации обязательно. Предусмотрена письменная форма проведения экзамена. Необходимо письменно ответить на 2 вопроса по темам 3 семестра. Время проведения 2 часа (1 пара). За каждый правильный ответ студент получает 1 балл. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов - 2. Вес -1.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Рейтинг по дисциплине складывается из баллов, полученных студентом в течение семестра и баллов за контрольное мероприятие промежуточной аттестации, которое является обязательным. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время зачёта 2 семестра в виде письменных ответов на вопросы и на задачи с приведением полного алгоритма решения. Студенту на зачёте 2 семестра выдаются 2 вопроса из разных тем курса и задачи (2 задачи во 2 семестре). Студенту отведено 90 минут на подготовку	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	ответов и решение задач. Затем студент сдаёт работу не проверку преподавателю. Преподаватель выставляет зачёт на основании балльного рейтинга по дисциплине.	
экзамен	На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Проведение контрольного мероприятия промежуточной аттестации обязательно. Предусмотрена письменная форма проведения экзамена. Необходимо письменно ответить на 2 вопроса по темам 3 семестра. Время проведения 2 часа (1 пара). Затем студент сдаёт работу не проверку преподавателю. Преподаватель выставляет оценку за экзамен на основании балльного рейтинга по дисциплине.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
зачет	Рейтинг по дисциплине складывается из баллов, полученных студентом в течение семестра и баллов за контрольное мероприятие промежуточной аттестации, которое является обязательным. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время зачёта (1 семестра) в виде письменных ответов на вопросы и на задачи с приведением полного алгоритма решения. Студенту на зачете1 семестра выдаются 2 вопроса из разных тем курса и задачи (1 задача в первом семестре). Студенту отведено 90 минут на подготовку ответов и решение задач. Затем студент сдаёт работу не проверку преподавателю. Преподаватель выставляет зачёт на основании балльного рейтинга по дисциплине.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
курсовые проекты	Задание на КП выдаётся в первую неделю семестра. За две недели до окончания семестра студент сдаёт преподавателю пояснительную записку и графическую часть для проверки соответствие содержания техническому заданию, наличия теоретической части, правильного выполнения расчётов, оформления в соответствии с требованиями стандартов. Преподаватель выставляет предварительные баллы и допускает студента к защите КП. Защита КП проходит в составе комиссии из 3 человек. В последнюю неделю семестра проводится защита КП. На защиту студент предоставляет: 1. Пояснительную записку на 30-35 страницах в печатанном виде, содержащую теоретическую и расчетную части. 2. Графическую часть на 1-3 листах формата А3 или А2 (или А1). На защите студент коротко (3-5 мин.) докладывает об основных проектных решениях, принятых в процессе разработки, и отвечает на 2 дополнительных вопроса. Оценивание самостоятельной работы студента при выполнении КП по теме индивидуального задания складывается из суммы баллов за оценку содержания и оформления пояснительной записки КП и защиты КП. Комиссия выставляет баллы за пояснительную записку и защиту КП. Преподаватель по дисциплине формирует оценочную ведомость и выставляет оценку за КП на основании балльного рейтинга.	В соответствии с п. 2.7 Положения

6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

ОПК-2	Знает: фундаментальные физические законы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-2	Имеет практический опыт: выполнения физических экспериментов, обработки и оформления их результатов				+			+	+	+	

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии [Текст] учебник для химико-технол. специальносетй вузов А. Г. Касаткин. - 15-е изд., стер., перепеч. изд. 1973 г. - М.: АльянС, 2009. - 750 с. ил.
2. Павлов, К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии [Текст] учеб. пособие для хим.-технол. специальностей вузов К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков ; под ред. П. Г. Романкова. - 10-е изд., перераб. и доп., репр. воспр. изд. 1987 г. - М.: АльянС, 2013. - 576 с. ил.
3. Дытнерский, Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии [Текст] Ч. 1 Теоретические основы процессов химической технологии Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты Учеб. для хим.-технол. специальностей вузов: В 2 кн. Ю. И. Дытнерский. - 3-е изд. - М.: Химия, 2002. - 399,[1] с. ил.
4. Дытнерский, Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии Ч. 2 Массообменные процессы и аппараты Учеб. для хим.-технол. спец.: В 2 ч. - 2-е изд. - М.: Химия, 1995. - 368 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Андреев, С. Е. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых Учеб. для вузов по спец."Обогащение полезных ископаемых". - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Недра, 1980. - 415 с. ил.
2. Общая химическая технология [Текст] Ч. 1 Теоретические основы химической технологии учебник для хим.-технол. специальностей вузов : в 2 т. И. П. Мухленов и др.; под ред. И. П. Мухленова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: АльянС, 2019. - 254, [2] с. ил.
3. Основные процессы и аппараты химической технологии : Пособие по проектированию [Текст] учеб. пособие для хим.-технол. вузов Г. С. Борисов и др.; под ред. Ю. И. Дытнерского. - 5-е изд., стер., перепеч. с изд. 1991 г. - М.: АльянС, 2010. - 493 с. ил.
4. Плановский, А. Н. Процессы и аппараты химической технологии Учеб. для техникумов А. Н. Плановский, В. М. Рамм, С. З. Каган. - 5-е изд., стер. - М.: Химия, 1968. - 847 с. ил.
5. Процессы и аппараты химической технологии: Явления переноса, макрокинетика, подобие, моделирование, проектирование Т. 1 Основы теории процессов химической технологии Учеб. пособие: В 5 т. Д. А. Баранов, А. В. Вязьмин, А. А. Глухов и др.; Под ред. А. М. Кутепова. - М.: Логос, 2000. - 478 с. ил.

6. Чугаев, Р. Р. Гидравлика: Техническая механика жидкости Учеб. для гидротехн. спец. вузов. - 4-е изд., доп. и перераб. - Л.: Энергоиздат. Ленинградское отделение, 1982. - 672 с. ил.
7. Беляев, Н. М. Основы теплопередачи Учебник. - Киев: Выща школа, 1989. - 343 с. ил.
8. Богомолов, А. И. Гидравлика Учеб. для гидротехн. специальностей вузов А. И. Богомолов, К. А. Михайлов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1972. - 648 с.
9. Большаков, В. А. Гидравлика: Общий курс Учебник для инж.-техн. спец. вузов. - Киев: Выща школа, 1989. - 215 с. ил.
10. Гидравлика, водоснабжение и канализация [Текст] учеб. для вузов спец."Пром. и гражд. стр-во" В. И. Калицун, В. С. Кедров, Ю. М. Ласков, П. В. Сафонов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1980. - 359 с. ил.
11. Каст, В. Конвективный тепло- и массоперенос: Единое описание для течения в каналах и внеш. обтекания тел любой формы и расположения Пер. с нем. И. Н. Дулькина. - М.: Энергия, 1980. - 46 с. ил.
12. Кудинов, В. А. Гидравлика [Текст] учеб. пособие для вузов по специальностям в обл. техники и технологии В. А. Кудинов, Э. М. Карташов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 2007. - 198, [1] с.
13. Лыкасов, А. А. Металлургия цветных металлов Ч. 1 Обогащение, металлургия меди Учеб. пособие ЧГТУ, Каф. Физ.-хим. исслед. металлург. процессов. - Челябинск: ЧГТУ, 1993. - 68,[1] с. ил.
14. Михеев, М. А. Основы теплопередачи [Текст] М. А. Михеев, И. М. Михеева. - 3-е изд., репр. - М.: БАСТЕТ, 2010. - 342, [1] с. ил., табл.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. 1) «Теоретические основы химической технологии» (Издательство: Госу-дарственное унитарное предприятие Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр Российской академии наук Издательство Наука). Импакт-фактор РИНЦ 2012 - 0,433. Журнал «Теоретические основы химической технологии» публикует со-общения о новых технологических процессах в обрабатывающей промышленности с точки зрения фундаментальной науки. Статьи в журнале посвящены основам тепломассообмена, процессам разделения, межфазным явлениям, течению сыпучих материалов, биотехнологии, оптимизации, автоматизации и управлению, экономии энергии, металлов и сырья, защите окружающей среды и смежным темам. 2) Наименование английской версии журнала: Theoretical Foundations of Chemical Engineering. WWW-адрес: http://www.maik.ru/cgi-bin/list.pl?page=toht. ISSN PRINT: 0040-3571; ISSN ONLINE: Pending; Импакт-фактор: 0.376. Описание: Тематика журнала: явления переноса; поверхностные явления; процессы разделения смесей; теория и методы расчета химических реакторов; совмещенные процессы и многофункциональные реакторы; гидромеханические, тепловые, диффузионные, химические процессы и аппараты; мембранные процессы и реакторы; биотехнология; дисперсные системы; нанотехнология; интенсификация процессов; информационное моделирование и анализ; техноэкономический анализ; энерго- и ресурсосберегающие, экологически

чистые процессы и производства. Индексирование и реферирование: Academic OneFile, Academic Search, ChemWeb, Chemical Abstracts Service (CAS), Computing and Technology, Current Contents/Engineering, EBSCO, EI-Compendex, Gale, GeoRef, Google Scholar, INIS Atomindex, INSPEC, Journal Citation Reports/Science Edition, OCLC, SCImago, SCOPUS, Science Citation Index Expanded (SciSearch), Summon by Serial Solutions.

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Дюсембаева, А.В. Процессы и аппараты химической технологии: практикум (лабораторные работы): в 2 ч. Ч. 2. [Электронный ресурс] / А.В. Дюсембаева, В.Н. Носенко. — Электрон. дан. — Омск : ОмГУ, 2014. — 52 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/75425
2. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию / Г.С. Борисов и др. / Под ред. Ю.И. Дытнерского. – 3-е изд. - М.: АльянС, 2010. – 496 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Дюсембаева, А.В. Процессы и аппараты химической технологии: практикум (лабораторные работы): в 2 ч. Ч. 2. [Электронный ресурс] / А.В. Дюсембаева, В.Н. Носенко. — Электрон. дан. — Омск : ОмГУ, 2014. — 52 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/75425
2. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию / Г.С. Борисов и др. / Под ред. Ю.И. Дытнерского. – 3-е изд. - М.: АльянС, 2010. – 496 с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Основные определения и закономерности по курсу “Процессы и аппараты химической технологии” : учебное пособие / А. С. Кувшинова, А. Г. Липин, Н. А. Маркичев, В. Н. Исаев. — Иваново : ИГХТУ, 2008. — 96 с. — ISBN 978-5-9616-0280-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/4503
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Бородулин, Д. М. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / Д. М. Бородулин, В. Н. Иванец. — Кемерово : КемГУ, 2007. — 168 с. — ISBN 978-5-89289-435-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/4614
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Дюсембаева, А. В. Процессы и аппараты химической технологии: практикум: в 2 ч. Ч. 2 / А. В. Дюсембаева, В. Н. Носенко. — Омск : ОмГУ, 2014. — 52 с. — ISBN 978-5-7779-1727-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/75425
4	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства	Баранов, Д. А. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / Д. А. Баранов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 408 с. — ISBN 978-5-8114-4984-2. — Текст : электронный // Лань :

		Лань	электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/130186
5	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс : учебник : в 2 книгах / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [и др.] ; под редакцией В. Г. Айнштейна. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Книга 1 : Книга 1 — 2019. — 916 с. — ISBN 978-5-8114-2975-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/111193
6	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Процессы и аппараты защиты атмосферы : учебно-методическое пособие / К. Р. Таранцева, К. В. Таранцев, А. А. Горячева, О. А. Логвина. — Пенза : ПензГТУ, 2011. — 312 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/62564
7	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Романова, С. М. Процессы, аппараты и оборудование для защиты литосферы от промышленных и бытовых отходов : учебное пособие / С. М. Романова, С. В. Степанова, А. Б. Ярошевский. — Казань : КНИТУ, 2012. — 144 с. — ISBN 978-5-7882-1286-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/73390
8	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Васькин, С. В. Очистка промышленных выбросов от пылей и аэрозолей. Процессы и аппараты сухой очистки : учебное пособие / С. В. Васькин. — Нижний Новгород : ВГУВТ, 2015. — 132 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/65033
9	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс : учебник : в 2 книгах / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [и др.] ; под редакцией В. Г. Айнштейна. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Книга 2 : Книга 2 — 2019. — 876 с. — ISBN 978-5-8114-2975-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/111194

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows server(бессрочно)
2. Microsoft-Windows(бессрочно)
3. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	425 (1)	Мультимедийный проектор для наглядной демонстрации материалов лекций и практических занятий в ходе освоения дисциплины, проводимых как сотрудниками кафедр вуза, так и приглашенными с предприятий специалистами.

Лекции	425 (1)	Мультимедийный проектор для наглядной демонстрации материалов лекций и практических занятий в ходе освоения дисциплины, проводимых как сотрудниками кафедр вуза, так и приглашенными с предприятий специалистами.
Лабораторные занятия	425 (1)	Специальное лабораторное оборудование кафедр, плакаты, стенды и макеты для проведения лабораторных работ профессиональной направленности студентов.