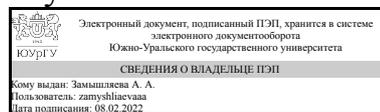


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Институт естественных и точных
наук



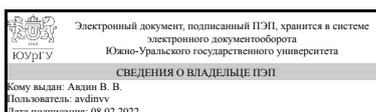
А. А. Замышляева

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины В.1.09 Процессы и аппараты химической технологии
для направления 18.03.01 Химическая технология
уровень бакалавр тип программы Академический бакалавриат
профиль подготовки
форма обучения очная
кафедра-разработчик Экология и химическая технология

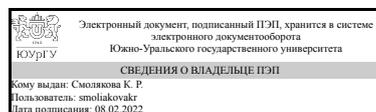
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утверждённым приказом Минобрнауки от 11.08.2016 № 1005

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



В. В. Авдин

Разработчик программы,
к.хим.н., доцент



К. Р. Смолякова

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 слой. Гидравлика кипящего (псевдооживленного) 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 (псевдооживленном) 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, аппаратное 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, половолоконистые). 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 (ЗУНы)
ПК-8 готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования	Знать: основное оборудование и направления модернизации и реконструкции химических производств.
	Уметь: определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса.
	Владеть: навыками анализа режима работы оборудования.

ПК-9 способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования	Знать: основное химико-технологическое оборудование и направления модернизации и реконструкции химических производств.
	Уметь: подбирать основное химико-технологическое оборудование.
	Владеть: навыками анализа технической документации по химико-технологическому оборудованию.
ПК-2 готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования	Знать: 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.
	Уметь: применять аналитические и численные методы решения поставленных задач в сфере профессиональной деятельности; использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области.
	Владеть: навыками обработки информации с использованием прикладных программных средств, сетевых компьютерных технологий и баз данных в своей профессиональной области.
ПК-6 способностью налаживать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств	Знать: иметь представление о способах определения режима работы химико-технологического оборудования.
	Уметь: определять отклонение режима работы основного химико-технологического оборудования от оптимального.
	Владеть: навыками анализа параметров работы химико-технологического оборудования.
ПК-4 способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	Знать: устройство и принципы работы оборудования, а также методы повышения производительности и интенсификации технологических процессов.
	Уметь: принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения.
	Владеть: навыками проектирования типовых аппаратов химической промышленности; методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.
ПК-21 готовностью разрабатывать проекты в составе авторского коллектива	Знать: теоретические основы процессов химической технологии, принцип действия и основные конструкции аппаратов для проведения физико-химических процессов, понимать механизм протекания основных химико-технологических процессов.
	Уметь: определять оптимальные параметры режима протекающих процессов и рассчитывать основные размеры соответствующих аппаратов и

	<p>уметь обосновывать выбор основного химико-технологического оборудования.</p> <p>Владеть:навыками применения полученных знаний для решения практических задач и проектирования химических производств.</p>
<p>ПК-7 способностью проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта</p>	<p>Знать:устройство и принципы работы основного химико-технологического оборудования.</p> <p>Уметь:читать чертежи и техническую документацию по основному химико-технологическому оборудованию, анализировать отклонение параметров работы оборудования от заданных и определять необходимость остановки оборудования на ремонт.</p> <p>Владеть:навыками и знаниями, позволяющими составлять и читать чертежи, схемы, модели химико-технологического оборудования.</p>
<p>ОПК-1 способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</p>	<p>Знать:основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов.</p> <p>Уметь:применять знания о теоретических основах процессов химической технологии в профессиональной деятельности.</p> <p>Владеть:навыками решения практических задач и проектирования химических производств.</p>
<p>ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию</p>	<p>Знать:иметь представление об основных физико-химических процессах, об устройстве, принципах работы и методах расчета основного химико-технологического оборудования, чтобы использовать полученные знания для самоорганизации и самообразования при осуществлении дальнейшей профессиональной деятельности.</p> <p>Уметь:опираясь на полученные профессиональные знания, осознанно и обоснованно применять методы и средства познания для интеллектуального развития, повышения культурного уровня, профессиональной компетентности.</p> <p>Владеть:навыками поиска и анализа информации по вопросам, изучаемым в курсе процессов и аппаратов химической технологии.</p>

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
<p>Б.1.06 Математика, Б.1.16 Начертательная геометрия и инженерная графика, Б.1.11 Физика, Б.1.12 Общая и неорганическая химия, Б.1.09 Информатика, Б.1.13 Органическая химия, В.1.04 Аналитическая химия и физико-</p>	<p>ДВ.1.10.01 Насосы и компрессоры в химической промышленности, ДВ.1.09.01 Переработка нефти и газа, ДВ.1.08.01 Технология углеродных материалов, ДВ.1.07.01 Технология коксохимического производства, ДВ.1.08.02 Технология огнеупорных материалов</p>

химические методы анализа, Учебная практика (2 семестр)	
--	--

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

Дисциплина	Требования
Б.1.13 Органическая химия	<p>знать: принципы классификации и номенклатуру органических соединений; строение органических соединений; классификацию органических реакций; свойства основных классов органических соединений; основные методы синтеза органических соединений; уметь: использовать основные химические законы; синтезировать органические соединения, провести качественный и количественный анализ органического соединения с использованием химических и физико-химических методов анализа; владеть: навыками лабораторного синтеза, очистки и определения физико-химических свойств и установления структуры органических соединений.</p>
Б.1.16 Начертательная геометрия и инженерная графика	<p>Знать основы начертательной геометрии; основы построения геометрических предметов; теории методов построения изображения (проекций) геометрических фигур и иметь представление о геометрических формах поверхностей; методы проецирования и построения изображений (проекций) геометрических фигур. Знать способы отображения пространственных форм на плоскости; правила и условности при выполнении чертежей. Уметь изображать объекты предметного мира на основе знания их строения и конструкции; анализировать форму предметов по их чертежам; моделировать предметы по их изображениям; воссоздавать формы предмета по чертежу (в трех проекциях) и изображать ее в изометрических и свободных проекциях; применить полученные знания в рисунке и проектной деятельности. Уметь выполнять и читать чертежи и схемы, использовать средства компьютерной графики для изготовления чертежей. Владеть методами исследования геометрических форм и пространственных свойств объектов на основе чертежа; графическими приемами построения чертежа; умением читать чертежи и техническую документацию; мастерством моделирования формы на плоскости и в пространстве. Владеть навыками и знаниями, позволяющими составлять и читать чертежи, схемы, модели, а также обладать развитым пространственным воображением. Владеть способами и приемами изображения предметов на плоскости, одной из</p>

	графических систем.
Б.1.11 Физика	<p>знать: основные фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики; физические методы исследования в современной технике и технологиях; уметь: решать типовые задачи, связанные с основными разделами физики, использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности; владеть: навыками проведения физических измерений, корректной оценки погрешностей при проведении эксперимента.</p>
Б.1.09 Информатика	<p>знать: технические и программные средства реализации информационных технологий, основы работы в локальных и глобальных сетях, типовые численные методы решения математических задач и алгоритмы их реализации, один из языков программирования высокого уровня; уметь: работать в качестве пользователя персонального компьютера, использовать внешние носители информации для обмена данными между машинами, создавать резервные копии и архивы данных и программ, использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач, работать с программными средствами общего назначения; владеть: навыками поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях, техническими и программными средствами защиты информации при работе с компьютерными системами, включая приемы антивирусной защиты.</p>
Б.1.06 Математика	<p>знать: математические методы решения профессиональных задач; уметь: применять математические методы решения профессиональных задач; владеть: методами построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов.</p>
В.1.04 Аналитическая химия и физико-химические методы анализа	<p>знать: основные этапы качественного и количественного химического анализа; теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа; методы разделения и концентрирования веществ; методы метрологической обработки результатов анализа; уметь: выбрать метод анализа для заданной аналитической задачи и провести статистическую обработку результатов аналитических определений; владеть: методами проведения химического анализа и метрологической оценки его результатов.</p>
Б.1.12 Общая и неорганическая химия	<p>знать: современные представления о строении и периодичности свойств веществ, основные</p>

	закономерности протекания химических процессов; термодинамические справочные данные и количественные соотношения неорганической химии для решения профессиональных задач; уметь: выполнять стехиометрические, термодинамические и кинетические расчёты простых химических реакций; владеть: навыками составления химических уравнений реакций; экспериментального определения физико-химических свойств неорганических соединений.
Учебная практика (2 семестр)	знать: структуру и основные принципы управления предприятием; основную номенклатуру выпускаемой продукции; классификацию и виды сырьевых ресурсов, используемых в основных технологических процессах; основы технологических процессов, используемых на предприятиях; основные типы оборудования, используемого в технологических процессах. уметь: опираясь на полученные профессиональные знания, осознанно и обоснованно применять методы и средства познания для интеллектуального развития, повышения культурного уровня, профессиональной компетентности; использовать нормативные документы по качеству сырья и получаемой продукции; использовать нормативные технологические документы; читать чертежи оборудования и технологические схемы. владеть: навыками документального оформления результатов анализа, современными методами сбора, обработки и анализа технических, экономических и социальных данных; навыками работы с технической литературой, с периодическими изданиями и электронными базами данных.

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 з.е., 360 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах		
		Номер семестра		
		5	6	7
Общая трудоёмкость дисциплины	360	108	72	180
<i>Аудиторные занятия:</i>	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)	200	60	40	100
Подготовка к зачету	54	27	27	0
Подготовка к экзамену	36	0	0	36
Подготовка к контрольным и лабораторным работам	34	15	5	14
Решение задач	26	18	8	0
Выполнение курсового проекта	50	0	0	50
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	зачет	экзамен, КИ

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 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	6

		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 (псевдооживленном) слое. Регенеративные и смешительные 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 кристаллизацией. Устройство и принцип действия кристаллизаторов. Расчет кристаллизаторов. Кристаллизация расплавов.)	4
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	4

		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.)	
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 перегонки и ректификации, аппаратное 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, половолоконистые). 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
3б	5	Изучение процесса перегонки и ректификации (часть 2)	4
3а	5	Изучение процесса перегонки и ректификации (часть 1)	6
4а	5	Изучение процесса абсорбции (часть 1)	6
4б	5	Изучение процесса абсорбции (часть 2)	4

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
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]	36
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]	50
Подготовка к контрольным и лабораторным работам	Конспекты лекций, осн.: [1-4], метод. пособ. для СРС: [1], уч.-мет. матер. в электронном виде: [1-5,9,6-8]	34
Решение задач	Материал практических занятий, осн.: [2], доп.: [1-2]	26
Подготовка к зачетам	Конспекты лекций, материал практических занятий, Осн.: [1-4], доп.: [1-2, 5-14], уч.-мет. матер. в электронном виде: [1-5,9]	54

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Самостоятельное исследование	Лабораторные занятия	Самостоятельное исследование и анализ технологических процессов предложенными методами с использованием специального оборудования.	4
Дискуссии	Практические занятия и семинары	Групповое обсуждение результатов самостоятельной работы студентов на практических занятиях и семинарах.	4

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ОПК-1 способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	Защита КП (промежуточная аттестация)	Индивидуальное задание на КП
Все разделы	ПК-8 готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования	Защита КП (промежуточная аттестация)	Индивидуальное задание на КП
Все разделы	ПК-7 способностью проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта	Защита КП (промежуточная аттестация)	Индивидуальное задание на КП
Все разделы	ПК-9 способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования	Защита КП (промежуточная аттестация)	Индивидуальное задание на КП
Все разделы	ПК-21 готовностью разрабатывать проекты в составе авторского коллектива	Защита КП (промежуточная аттестация)	Индивидуальное задание на КП
Все разделы	ПК-2 готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования	Задания для СРС по лекционным и практическим материалам (текущий контроль)	Вопросы и типовые задачи № 1-21 (1 семестр), № 1-13 (2 семестр), № 1-22 (3 семестр)
Все разделы	ОПК-1 способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в	Задания для СРС по лекционным и практическим	Вопросы и типовые задачи № 1-21 (1 семестр), № 1-13 (2

	профессиональной деятельности	материалам (текущий контроль)	семестр), № 1-22 (3 семестр)
Все разделы	ОПК-1 способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	Защита выполненных ЛР (текущий контроль)	ЛР 1-4
Все разделы	ПК-2 готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования	Защита выполненных ЛР (текущий контроль)	ЛР 1-4
Все разделы	ПК-6 способностью настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств	Защита выполненных ЛР (текущий контроль)	ЛР 1-4
Все разделы	ПК-8 готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования	Защита выполненных ЛР (текущий контроль)	ЛР 1-4
Все разделы	ОПК-1 способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	Зачет (промежуточная аттестация)	Вопросы 1-23 и задачи по темам 1 семестра. Вопросы 1-77 и задачи по темам 2 семестра.
Все разделы	ПК-2 готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования	Зачет (промежуточная аттестация)	Вопросы 1-23 и задачи по темам 1 семестра. Вопросы 1-77 и задачи по темам 2 семестра.
Все разделы	ПК-4 способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	Зачет (промежуточная аттестация)	Вопросы 1-23 и задачи по темам 1 семестра. Вопросы 1-77 и задачи по темам 2 семестра.
Все разделы	ПК-8 готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого	Зачет (промежуточная	Вопросы 1-23 и задачи по темам 1

	оборудования	аттестация)	семестра. Вопросы 1-77 и задачи по темам 2 семестра.
Все разделы	ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию	Зачет (промежуточная аттестация)	Вопросы 1-23 и задачи по темам 1 семестра. Вопросы 1-77 и задачи по темам 2 семестра.
Все разделы	ПК-6 способностью налаживать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств	Зачет (промежуточная аттестация)	Вопросы 1-23 и задачи по темам 1 семестра. Вопросы 1-77 и задачи по темам 2 семестра.
Все разделы	ПК-7 способностью проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта	Зачет (промежуточная аттестация)	Вопросы 1-23 и задачи по темам 1 семестра. Вопросы 1-77 и задачи по темам 2 семестра.
Все разделы	ПК-9 способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования	Зачет (промежуточная аттестация)	Вопросы 1-23 и задачи по темам 1 семестра. Вопросы 1-77 и задачи по темам 2 семестра.
Все разделы	ПК-21 готовностью разрабатывать проекты в составе авторского коллектива	Зачет (промежуточная аттестация)	Вопросы 1-23 и задачи по темам 1 семестра. Вопросы 1-77 и задачи по темам 2 семестра.
Все разделы	ОПК-1 способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	Экзамен (Промежуточная аттестация)	Вопросы 1-35 по темам 3 семестра.
Все разделы	ПК-2 готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования	Экзамен (Промежуточная аттестация)	Вопросы 1-35 по темам 3 семестра.
Все разделы	ПК-4 способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	Экзамен (Промежуточная аттестация)	Вопросы 1-35 по темам 3 семестра.
Все разделы	ПК-8 готовностью к освоению и	Экзамен	Вопросы 1-35 по

	эксплуатации вновь вводимого оборудования	(Промежуточная аттестация)	темам 3 семестра.
Все разделы	ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию	Экзамен (Промежуточная аттестация)	Вопросы 1-35 по темам 3 семестра.
Все разделы	ПК-6 способностью налаживать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств	Экзамен (Промежуточная аттестация)	Вопросы 1-35 по темам 3 семестра.
Все разделы	ПК-7 способностью проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта	Экзамен (Промежуточная аттестация)	Вопросы 1-35 по темам 3 семестра.
Все разделы	ПК-9 способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования	Экзамен (Промежуточная аттестация)	Вопросы 1-35 по темам 3 семестра.
Все разделы	ПК-21 готовностью разрабатывать проекты в составе авторского коллектива	Экзамен (Промежуточная аттестация)	Вопросы 1-35 по темам 3 семестра.

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Защита КП (промежуточная аттестация)	<p>При оценивании результатов мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 №179). Задание на КП выдается в первую неделю семестра. За две недели до окончания семестра студент сдает 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 отпечатанном 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</p>	<p>Отлично: Величина рейтинга обучающегося по контрольному мероприятию 85...100 %. Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по контрольному мероприятию 75...84 %. Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по контрольному мероприятию 60...74 %. Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по контрольному мероприятию 0...59 %.</p>

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

	<p>записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями, графическая часть не полностью удовлетворяет требованиям расчетов. 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</p>	
<p>Задания для СРС по лекционным и практическим материалам (текущий контроль)</p>	<p>При оценивании результатов мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 №179). Проверка ответов заданий СРС № 1-21 (1 семестр), № 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 1 семестра -</p>	<p>Зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие 60-100%. Не зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие 0-59%.</p>

	21, за задания СРС 2 семестра - 13 баллов. Вес контрольного мероприятия - 1.	
Задания для СРС по лекционным и практическим материалам (текущий контроль)	<p>При оценивании результатов мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 №179). 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.</p>	<p>Отлично: Величина рейтинга обучающегося по контрольному мероприятию 85...100 %.</p> <p>Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по контрольному мероприятию 75...84 %.</p> <p>Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по контрольному мероприятию 60...74 %.</p> <p>Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по контрольному мероприятию 0...59 %.</p>
Зачет (промежуточная аттестация)	<p>При оценивании результатов мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 №179). 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 и 2 семестров) в виде письменных ответов на вопросы и на задачи с приведением полного алгоритма решения. Студенту на зачетах 1 и 2 семестров выдаются 2 вопроса из разных тем курса и задачи (1 задача в первом семестре и 2 задачи во 2 семестре). Студенту отведено 90 минут на подготовку ответов и решение задач. Затем студент сдаёт работу на 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 вопроса, 0 баллов - при неверном ответе на 2 вопроса. 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. 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 решение и ответ на</p>	<p>Зачтено: Рейтинг обучающегося по дисциплине 60-100%.</p> <p>Не зачтено: Рейтинг обучающегося по дисциплине 0-59%.</p>

	<p>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.</p>	
<p>Защита выполненных ЛР (текущий контроль)</p>	<p>При оценивании результатов мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 №179). 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 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.</p>	<p>Отлично: Величина рейтинга обучающегося по контрольному мероприятию 85...100 %. Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по контрольному мероприятию 75...84 %. Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по контрольному мероприятию 60...74 %. Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по контрольному мероприятию 0...59 %.</p>
<p>Защита выполненных ЛР (текущий контроль)</p>	<p>При оценивании результатов мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 №179). Текущий контроль 1-2 семестров: 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</p>	<p>Зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие 60-100%. Не зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие 0-59%.</p>

	<p>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).</p> <p>Максимальное количество баллов за каждую лабораторную работу - 4. Всего предусмотрено проведение одной лабораторной работы из двух частей в 1 семестре и двух лабораторных работ из двух частей во втором семестре.</p> <p>Максимальный балл за защиту ЛР в 1 семестре - 4. Максимальный балл за защиту ЛР во 2 семестре - 8. Вес контрольного мероприятия - 2.</p>	
<p>Экзамен (Промежуточная аттестация)</p>	<p>При оценивании результатов мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 №179). 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.</p> <p>Необходимо письменно ответить на 2 вопроса по темам 3 семестра. Время тестирования 2 часа (1 пара). За каждый правильный ответ студент получает 1 балл. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.</p> <p>Максимальное количество баллов - 2. Вес -1.</p>	<p>Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 %.</p> <p>Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %.</p> <p>Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %.</p> <p>Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.</p>

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Защита КП (промежуточная аттестация)	<p>Возможные дополнительные вопросы по КП: Описать устройство, назначение и принцип работы оборудования.</p> <p>Классификация оборудования.</p> <p>Основные рассчитанные параметры оборудования.</p> <p>Темы КП, пример индивидуальных заданий на КП.docx</p>
Задания для СРС по лекционным и практическим материалам (текущий контроль)	<p>Вопросы и типовые задачи № 1-21 (1 семестр), № 1-13 (2 семестр)</p> <p>Задания_СРС_ПАХТ_вопросы_задачи_1-3_семестр.docx</p>
Задания для СРС по лекционным и	Вопросы и типовые задачи № 1-22 (3 семестр)

практическим материалам (текущий контроль)	Задания_CPC_ПАХТ_вопросы_задачи_1-3_семестр.docx
Зачет (промежуточная аттестация)	Вопросы 1-23 и задачи по темам 1 семестра. Вопросы 1-77 и задачи по темам 2 семестра. Вопросы и задачи к зачетам по семестрам 1-2.docx
Защита выполненных ЛР (текущий контроль)	Вопросы к ЛР 4. Вопросы к лабораторным работам.docx
Защита выполненных ЛР (текущий контроль)	Вопросы к ЛР 1-3 Вопросы к лабораторным работам.docx
Экзамен (Промежуточная аттестация)	Вопросы 1-35 по темам 3 семестра. Вопросы экзамена 3 семестра.docx

8. 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. специальностей 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	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-

		Лань	библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/75425
4	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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 : 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

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника,
-------------	---	--

	ауд.	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.
Лабораторные занятия	425 (1)	Специальное лабораторное оборудование кафедр, плакаты, стенды и макеты для проведения лабораторных работ профессиональной направленности студентов.
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.