МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор-проректор по учебной работе
_____ / Д.Е. Овчинников
"_____" _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.03.07 «Процессы и аппараты химической технологии»

Код и направление подготовки (специальность)	18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль)	Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Заочная
Год начала подготовки	2026
Институт / факультет	Химико-технологический факультет
Выпускающая кафедра	кафедра "Химическая технология переработки нефти и газа"
Кафедра-разработчик	кафедра "Химическая технология и промышленная экология"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	396 / 11
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Экзамен

Самара 2026

Б1.О.03.07 «Процессы и аппараты химической технологии»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **18.03.01 Химическая технология**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 922 от 07.08.2020 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Старший преподаватель	А.А Чуркин
(должность, степень, ученое звание)	(ФИО)

Заведующий кафедрой	О.В. Тупицына, доктор технических наук, профессор
	(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета факультета / института (или учебно-методической комиссии)	О.В Лаврентьева, кандидат химических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)
Руководитель образовательной программы	Ю.В. Еремина, кандидат химических наук
	(ФИО, степень, ученое звание)
Заведующий выпускающей кафедрой	В.А. Тыщенко, доктор технических наук, профессор
	(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы 6
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся 6
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий 7
4.1 Содержание лекционных занятий 7
4.2 Содержание лабораторных занятий 8
4.3 Содержание практических занятий 8
4.4. Содержание самостоятельной работы 9
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) 13
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения 15
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем 15
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) 16
9. Методические материалы 16
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) 18

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

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Общепрофессиональные компетенции			
Инженерная и технологическая подготовка	ОПК-4 Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	ОПК-4.1 Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета.	Знать основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета
		ОПК-4.12 Владеет методами технологических расчетов отдельных узлов химического оборудования.	Владеть методами технологических расчетов отдельных узлов химического оборудования
		ОПК-4.14 Владеет методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов.	Владеть методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов

		ОПК-4.5 Знает основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии.	Знать основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии
		ОПК-4.7 Умеет определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса.	Уметь определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса
		ОПК-4.9 Умет выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе.	Уметь выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе
Универсальные компетенции			
Разработка и реализация проектов	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.3 Знает технологические расчеты аппаратов химической промышленности.	Знать технологические расчеты аппаратов химической промышленности
		УК-2.5 Умеет осуществлять решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ и исходя из действующих правил и условий при выполнении проектной документации и имеющихся ресурсов и ограничений.	Уметь осуществлять решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ и исходя из действующих правил и условий при выполнении проектной документации и имеющихся ресурсов и ограничений

		УК-2.6 Умеет решать конкретные задачи проекта требуемого качества и за установленное время.	Уметь решать конкретные задачи проекта требуемого качества и за установленное время

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **обязательная часть**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ОПК-4	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа	Общая химическая технология и основы моделирования; Учебная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена; Системы управления химико-технологическими процессами
УК-2	Инженерная и компьютерная графика; Прикладная механика		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	6 семестр часов / часов в электронной форме	7 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	28	12	16
Лабораторные работы	16	8	8
Лекции	8	4	4
Практические занятия	4	0	4
Внеаудиторная контактная работа, КСР	11	3	8
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	339	84	255
подготовка к коллоквиуму	24	12	12
составление конспектов	279	72	207
выполнение курсовых проектов	36	0	36
Контроль	18	9	9
Итого: час	396	108	288
Итого: з.е.	11	3	8

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Основы технической гидравлики	2	4	0	42	48
2	Теплообмен в химической технологии	2	4	2	78	86
3	Массообменные процессы	4	8	2	219	233
	КСР	0	0	0	0	11
	Контроль	0	0	0	0	18
	Итого	8	16	4	339	396

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
6 семестр				
1	Основы технической гидравлики	Основы технической гидравлики	Гидродинамика. Уравнение расхода. Режимы движения жидкостей. Идеальная жидкость. Уравнение Бернулли. Реальная жидкость. Потери энергии при движении реальной жидкости.	2
2	Теплообмен в химической технологии	Теплообмен в химической технологии	Тепловые балансы. Расчёт средней разности температур. Способы передачи теплоты. Нахождение поверхности теплопередачи.	2
			Итого за семестр:	**4**
7 семестр				
3	Массообменные процессы	Массобменные процессы.	Массообменные процессы, применяемые в нефтепереработке и нефтехимии. Абсорбция.	2
4	Массообменные процессы	Массобменные процессы.	Ректификация. Равновесие жидкость-пар. Расчёт диаметра и высоты колонны. Контактные устройства.	2
			Итого за семестр:	**4**
			Итого:	**8**

4.2 Содержание лабораторных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лабораторного занятия	Содержание лабораторного занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
6 семестр				
1	Основы технической гидравлики	Лабораторная работа № 1. Гидравлическое сопротивление сети. Центробежный насос	Потери давления на трение. Расчетные и экспериментальные коэффициенты трения. Построение характеристики сети. Устройство и принцип действия центробежных насосов. Законы пропорциональности центробежных насосов.	4
2	Теплообмен в химической технологии	Лабораторная работа № 2. Изучение теплообмена в теплообменнике "труба в трубе".	Тепловой баланс и определение температурного напора для прямоточного и противоточного движения теплоносителей. Скорость теплоносителей. Коэффициенты теплоотдачи. Расчетные и экспериментальные коэффициенты теплопередачи.	4
			Итого за семестр:	**8**
7 семестр				
3	Массообменные процессы	Лабораторная работа № 3. Ректификация бинарной смеси"	Вывод колонны на режим работы "на себя". Параметры параметров процесса. Вывод колонны на режим с отбором дистиллята. Параметры параметров процесса. Равновесие в системе жидкость-пар. Флегмовое число. Число теоретических тарелок. Конструкции контактных устройств.	4
4	Массообменные процессы	Лабораторная работа № 4. Гидродинамика насадочных аппаратов.	Устройство насадочных колонн. Характеристика насадки. Гидродинамические режимы работы насадочных аппаратов.	4
			Итого за семестр:	**8**
			Итого:	**16**

4.3 Содержание практических занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема практического занятия	Содержание практического занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
7 семестр				
1	Теплообмен в химической технологии	Тепловые балансы	Расчёт тепловой нагрузки на аппарат. Составление тепловых балансов.	2

2	Массообменные процессы	Материальный баланс масообменных аппаратов.	Составление материального баланса процессов абсорбции и ректификации.	2
			Итого за семестр:	**4**
			Итого:	**4**

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	**Вид самостоятельной работы**	**Содержание самостоятельной работы** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов**
6 семестр			

Основы технической гидравлики	Составление конспекта	Тема 1.1. Предмет и задачи курса. Структура современного химического предприятия. Типы реализуемых процессов, их назначение, область применения. Виды аппаратов, предназначенных для проведения процессов. Способы организации процессов. Тема 1.2. Физические свойства жидкостей и газов, их расчёт. Плотность индивидуальных жидкостей и их смесей. Относительная плотность. Плотность газов. Вязкость индивидуальных жидкостей и их смесей. Индекс вязкости. Вязкость газов. Способы нахождения. Тема 1.3. Основы технической гидравлики. Гидростатика. Покоящаяся жидкость. Гидростатическое давление. Абсолютное и избыточное давление. Способы измерения давления. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики. Практические приложения основного уравнения гидростатики. Расчёт высоты гидрозатвора в жидкостном сепараторе. Тема 1.4. Гидродинамика. Предмет изучения гидродинамики. Внутренняя, внешняя и смешанная задачи. Характеристики потока жидкости. Расходы массовый и объёмный. Уравнения расхода. Средняя скорость движения потока. Связь сечения потока и скорости. Рекомендованные скорости различных сред в трубопроводах. Тема 1.5. Режимы движения потока. Опыты Осборна Рейнольдса. Параметры, влияющие на характер движения. Критерий Рейнольдса и его численные значения для движения потока в прямых трубах и каналах. Движение потока некруглого сечения. Понятие эквивалентного диаметра. Расчёт эквивалентного диаметра для различных профилей. Распределение скорости по сечению трубопровода при установившемся ламинарном движении. Закон Стокса. Расчёт расхода жидкости при ламинарном течении. Уравнение Пуазейля. Тема 1.6. Материальный и энергетический баланс потока. Уравнение неразрывности потока. Субстанциональная производная. Понятие идеальной жидкости. Дифференциальные уравнения движения Эйлера для по-тока идеальной жидкости. Уравнение Бернулли и анализ входящих в него членов. Практические приложения уравнения Бернулли. Расчёт коэффициента трения при ламинарном и турбулентном движении. Местные сопротивления, их виды и учёт при нахождении сопротивления сети. Тема 1.7. Транспорт жидкостей. Классификация насосов. Основные параметры насосов. Производительность (подача) насоса. Напор насоса. Высота всасывания. Явление кавитации. Кавитационный запас и его расчёт. Мощность насоса. Центробежные насосы. Устройство, принцип действия. Характеристика центробежного насоса. Работа насоса на сеть. Рабочая точка центробежного насоса. Насосы возвратно-поступательного действия. Поршневые и плунжерные насосы. Их характеристики и диаграммы подачи. Поршневые насосы двойного действия. Триплекс-насосы. Сравнительная характеристика и область применения насосов различных типов. Тема 1.8. Гидродинамика зернистых материалов. Характеристики слоя зернистого (пористого) материала. Движение жидкости через зернистый слой. Сопротивление зернистого слоя. Гидродинамика псевдоожиженных слоёв.	36
Основы технической гидравлики	Подготовка к коллоквиуму	Дидактические единицы соответствуют дидактическим единицам лекций и самостоятельной работы в 6 семестре по данному разделу.	6

Теплообмен в химической технологии	Составление конспекта	Тема 2.1. Основы теплопередачи. Направление переноса теплоты. Следствие из второго закона термодинамики. Основное уравнение теплопередачи. Анализ членов основного уравнения теплопередачи. Теплофизические свойства веществ: удельная теплоёмкость и удельная теплота испарения (конденсации), их нахождение. Тема 2.2. Тепловые балансы. Четыре случая теплообмена. Горячий поток охлаждается, холодный нагревается. Горячий поток конденсируется, холодный нагревается. Горячий поток охлаждается, холодный кипит. Горячий поток конденсируется, холодный кипит. Тема 2.3. Расчёт средней разности температур. Способы организации теплообмена: прямоток, противоток, смешанный ток, перекрёстный ток. Сравнительная характеристика различных способов организации теплообмена. Расчёт средней разности температур. Тема 2.4. Способы передачи теплоты. Передача теплоты теплопроводностью. Понятие температурного поля, изотермы. Градиент температуры. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, размерность, значения для различных веществ. Дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье. Коэффициент температуропроводности, его физический смысл и размерность. Теплопроводность плоской стенки. Теплопроводность многослойной плоской стенки. Передача теплоты излучением. Понятия абсолютно чёрного, абсолютно белого (зеркального) и абсолютно прозрачного тел. Закон Стефана-Больцмана. Степень черноты. Взаимное излучение двух тел. Закон Кирхгофа. Передача теплоты конвекцией. Свободная и вынужденная конвекция. Конвек-тивный теплообмен. Закон охлаждения Ньютона. Коэффициент теплоотдачи, его физический смысл и размерность. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена. Тема 2.5. Тепловое подобие. Преобразование уравнения Фурье-Кирхгофа. Критерии теплового подобия. Критериальные уравнения. Тема 2.6. Теплоотдача. Теплоотдача при конденсации пара на пучке горизонтальных и вертикальных труб. Теплоотдача при кипении жидкостей. Виды кипения. Теплоотдача при пузырьковом кипении. Кипение в трубах. Кипение в межтрубном пространстве. Ребойлеры. Тема 2.7. Теплопередача. Расчёт коэффициента теплопередачи по значениям коэффициентов теплоотдачи. Способы интенсификации процесса теплопередачи. Термические сопротивления, их влияние на процесс теплообмена. Устройство, принцип работы, достоинства, недостатки, диапазон применения теплообменников различных конструкций. Тема 2.8. Промышленные теплоносители и хладоагенты. Водяной пар как теплоноситель, его параметры, получение и транспорт. Насыщенный водяной пар, влажный водяной пар, перегретый водяной пар, мятый водяной пар, пролётный водяной пар. Вода и воздух как промышленные хладоагенты. Оборотное водоснабжение, его организация. Тема 2.9. Горение органического топлива.Расчёт процесса горения жидкого и газообразного топлив. Коэффициент избытка воздуха. Тема 2.10. Основы устройства и расчёт трубчатых печей. Основные элементы трубчатых печей. Расчёт камер радиации и конвекции. Гидравлический расчёт змеевика печи. Устройство, принцип работы, достоинства, недостатки, диапазон применения печей с различным размещением камеры конвекции.	36

Теплообмен в химической технологии	Подготовка к коллоквиуму	Дидактические единицы соответствуют дидактическим единицам лекций и самостоятельной работы в 6 семестре по данному разделу.	6
		Итого за семестр:	**84**
7 семестр			
Теплообмен в химической технологии	Выполнение курсового проекта	Методика проектных расчетов теплообменных аппаратов.	36
Массообменные процессы	Составление конспекта	Тема 3.1. Массообменные процессы. Общие сведения. Место и значение массообменных процессов в химической технологии. Классификация массообменных процессов. Агрегатное состояние фаз. Абсорбция. Сущность процесса, область применения. Перегонка и ректификация. Сущность процесса, область применения. Экстракция. Сущность процесса, область применения. Адсорбция. Сущность процесса, область применения. Сушка влажных материалов. Сущность процесса, область применения. Кристаллизация и ионный обмен. Сущность процесса, область применения. Сравнение процессов теплопередачи и массопередачи. Основное уравнение теплопередачи и уравнение массопередачи, их сравнение. Тема 3.2. Материальный баланс процесса массопередачи. Материальный баланс процесса массопередачи. Составление материального баланса для случая перехода вещества из газовой фазы в жидкую. Тема 3.3.Движущая сила процессов массопередачи. Понятие о фазовом равновесии. Химические потенциалы. Равновесная и ра-бочая концентрации. Способы выражение концентраций. Способы выраже-ние и расчёта средней движущей силы. Общее число единиц переноса. Понятие о теоретической ступени контакта фаз (теоретической тарелке). Определение числа теоретических тарелок графическим методом. Тема 3.4.Механизм переноса вещества. Молекулярная диффузия. Первый закон Фика. Коэффициент молекулярной диффузии. Уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи. Диффузионное подобие. Дифференциальное уравнение конвективного массообмена. Критерии диффузионного подобия. Рас-чёт коэффициентов массоотдачи по критериальным уравнениям. Связь коэффициентов массоотдачи и массопередачи. Лимитирующие стадии процесса. Тема 3.5. Общие сведения об устройстве массообменных аппаратов. Типы массообменных аппаратов. Аппараты с непрерывным и ступенчатым контактом фаз. Расчёт высоты и диаметра колонных аппаратов. Модифицированные уравнения массопередачи. Расчёт высоты колонны. Расчёт диаметра колонны.	100

Массообменные процессы	Составление конспекта	Тема 3.6. Абсорбция газов и паров. Назначение и область применения абсорбции. Равновесие при абсорбции. Влияние температуры и давления на растворимость газов. Материальный баланс процесса. Минимальный и оптимальный расходы абсорбента. Неизотермическая абсорбция. Тема 3.7. Перегонка и ректификация. Назначение и область применения ректификации. Термины и определения. Равновесие жидкость – пар в идеальных бинарных смесях. Закон Рауля. Уравнения изотерм паровой и жидкой фаз. Способы расчёта температур начала и конца кипения жидкости, начала и конца конденсации пара при заданном давлении. Уравнение линии равновесия между жидкостью и паром. Диаграмма линии равновесия. Классификация процессов перегонки и способы её проведения. Простая перегонка. Схема установки. Материальный баланс процесса и его изображение на графике изобар. Перегонка с дефлегмацией. Схема установки. Понятие о флегмовом числе. Процесс однократного испарения. Схема, изображение на графике изобар. Ректификационная установка и её основные элементы. Материальный баланс процесса. Уравнения рабочих линий верха и низа колонны. Пределы изменения флегмового числа. Минимальное флегмовое число. Влияние флегмового числа на параметры проектируемой ректификационной установки. Выбор оптимального флегмового числа. Оптимизация капитальных и эксплуатационных затрат. Тепловой баланс ректификационной установки. Составление теплового баланса. Расчёт тепловой нагрузки на кипятильник. Способы подвода теплоты в куб колонны. Способы создания орошения в колонне. Выбор давления в колонне. Способы создания орошения в колонне. Способа создания парового потока в колонне. Тема 3.8. Конструкции контактных устройств абсорбционных и ректификационных колонн. Насадочные колонны. Типы насадки. Тарельчатые колонны. Конструкции тарелок. Тема 3.9. Экстракция. Назначение и область применения экстракции. Равновесие жидкость – жидкость в двойных и тройных системах. Треугольная диаграмма Гиббса и её свойства. Требования в экстрагенту и первичному растворителю. Способы организации экстракции и методы их расчёта. Одноступенчатая экстракция. Одноступенчатая экстракция с перекрёстным током. Противоточная экстракция.	107
Массообменные процессы	Подготовка к коллоквиуму	Дидактические единицы соответствуют дидактическим единицам лекций и самостоятельной работы в 7 семестре по данному разделу.	12
		Итого за семестр:	**255**
		Итого:	**339**

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	**Библиографическое описание**	**Ресурс НТБ СамГТУ** (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Основная литература		

1	Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : Учеб. / А. Г. Касаткин .- 13-е изд.,стер.-Перепеч.с 9-го изд.1973 г..- М., Альянс, 2006.- 750 с.	Книжный фонд
2	Основные процессы и аппараты химической технологии : пособие по проектированию: учеб. пособие / под ред. Ю. И. Дытнерского .- 5-е изд., стер.; Перепеч. с изд.1991 г..- М., АльянС, 2010.- 493 с.	Книжный фонд
3	Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : Учеб.пособие / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков .- 14-е изд.,стер.-Перепеч.с изд.1987 г..- М., Альянс, 2007.- 575 с.	Книжный фонд
4	Филиппов, В.В. Процессы и аппараты химической технологии : справочник / В. В. Филиппов, В. Д. Измайлов; Самарский государственный технический университет, Химическая технология и промышленная экология .- 2-е изд., испр. и доп..- Самара, 2021.- 54 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||5338	Электронный ресурс
5	Филиппов, В.В. Теплообмен в химической технологии. Теория. Основы проектирования : учеб.пособие / В. В. Филиппов; Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология.- Самара, 2014.- 197 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||1922	Электронный ресурс
Дополнительная литература		
6	Захарова, А.А. Процессы и аппараты химической технологии : Учеб.пособие / Под ред.А.А.Захаровой.- М., Academia, 2006.- 522 с.	Книжный фонд
7	Молоканов, Ю.К. Процессы и аппараты нефтегазопереработки : учеб. / Ю. К. Молоканов.- М., Химия, 1980.- 407 с.	Книжный фонд
8	Процессы и аппараты химической технологии. . Ч. 1. // Дытнерский, Юрий Иосифович Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты : учеб. для вузов: в 2 кн. [Текст] .- 3-е изд..- Москва, Химия, 2002.- 400 с.	Книжный фонд
9	Процессы и аппараты химической технологии. . Ч. 2. // Дытнерский, Юрий Иосифович Массообменные процессы и аппараты : учеб. для вузов: в 2 кн. [Текст] .- 3-е изд..- Москва, Химия, 2002.- 368 с.	Книжный фонд
10	Скороход, А.А. Использование огнетехнических процессов в отраслевых технологиях : учеб.пособие / А. А. Скороход, В. В. Шарихин; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2010.- 118 с.	Книжный фонд
11	Скороход, А.А. Методическое указание по теме "Методы теплового расчета топок" : учебник / А.А.Скороход,В.В.Шарихин;Отв.за вып.Л.А.Торина;Ин-т повышения квалификации руководящих работников и специалистов м-ва нефтепереаб.и нефтехим.пром-сти СССР.Куйбышев.фил.Каф."Процессы и аппараты".- Куйбышев, 1973.- 117 с.	Книжный фонд
12	Шарихин, В.В. Трубчатые печи : Учеб.пособие / В. В. Шарихин, А. А. Коновалов, А. А. Скороход; Самар.гос.техн.ун-т .- 3-е изд..- Самара, Офорт, 2005.- 442 с.	Книжный фонд
Учебно-методическое обеспечение		
13	Филиппов, В.В. Гидравлическое сопротивление сети. Центробежный насос : методические указания к лабораторной работе / В. В. Филиппов, А. Ю. Чуркина; Самарский государственный технический университет, Химическая технология и промышленная экология .- 3-е изд., испр. и доп..- Самара, 2023.- 19 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||5734	Электронный ресурс

14	Филиппов, В.В. Гидродинамика насадочной колонны : методические указания к лабораторной работе / В. В. Филиппов; Самарский государственный технический университет, Химическая технология и промышленная экология.- Самара, 2022.- 23 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||5529	Электронный ресурс
15	Филиппов, В.В. Изучение процесса теплообмена в теплообменнике «труба в трубе» : методические указания к лабораторной работе по курсу «Процессы и аппараты химических производств» / В. В. Филиппов; Самарский государственный технический университет, Химическая технология и промышленная экология .- 3-е изд., испр. и доп..- Самара, 2023.- 20 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||5733	Электронный ресурс
16	Филиппов, В.В. Ректификации бинарной смеси : методические указания к лабораторной работе / В. В. Филиппов, А. Ю. Чуркина; Самарский государственный технический университет, Химическая технология и промышленная экология .- 2-е изд., испр. и доп..- Самара, 2026.- 36 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||6483	Электронный ресурс

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	Microsoft Office 2007 Open License Academic	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
2	Microsoft Windows XP Professional операционная система	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	Химическая наука и образование в России	cnemnet.ru	Ресурсы открытого доступа
2	Химическая информационная сеть "Наука. Образование. Технология"	http://www.chem.msu.su/	Ресурсы открытого доступа
3	Сайты научно – технической библиотеки ФГБОУ СамГТУ	http://lib.sumgtu.ru/	Ресурсы открытого доступа
4	Нефтепереработка и нефтехимия. Электронная библиотека.	http://oilr.ru/	Ресурсы открытого доступа

5	Сайт, посвященный добыче, переработке нефти и тенденциях развития нефтепереработки в РФ. Справочная, экономическая и другая информация.	http://vseonefti.ru	Ресурсы открытого доступа

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

- аудитория, оборудованная учебной мебелью (столы, стулья для обучающихся, стол, стул для преподавателя), оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер / ноутбук).

Практические занятия

- аудитория, оборудованная учебной мебелью (столы, стулья для обучающихся, стол, стул для преподавателя), оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер / ноутбук);

- пакеты ПО общего назначения.

Лабораторные занятия

- комплексная учебная лаборатория кафедры «Химическая технология и промышленная экология», оборудованная учебной мебелью (столы, стулья для обучающихся, столы, стулья для преподавателя), оснащенная вытяжными шкафами, лабораторными стендами (установками) «Ректификация бинарной смеси», «Гидравлические сопротивления сети», агрегатом отопительным (теплообменник типа «труба в трубе»), компьютерами, электронными приборами для фиксации экспериментальных данных.

Самостоятельная работа

- помещения для самостоятельной работы студентов, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ;
- читальный зал НТБ СамГТУ (ауд. 200 корпус № 8; ауд. 125 корпус № 1; ауд. 41, 31, 34, 35 Главный корпус библиотеки; ауд. 83а, 414, 416, 0209 АСА СамГТУ; ауд. 401 корпус №10).

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание,

анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;
4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

Проведение лабораторной работы делится на две условные части: теоретическую и практическую.

Необходимыми структурными элементами занятия являются проведение лабораторной работы, проверка усвоенного материала, включающая обсуждение теоретических основ выполняемой работы.

Перед лабораторной работой, как правило, проводится технико-теоретический инструктаж по использованию необходимого оборудования. Преподаватель корректирует деятельность обучающегося в процессе выполнения работы (при необходимости). После завершения лабораторной работы подводятся итоги, обсуждаются результаты деятельности.

Возможны следующие формы организации лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме выполняется одна и та же работа (при этом возможны различные варианты заданий). При групповой форме работа выполняется группой (командой). При индивидуальной форме обучающимися выполняются индивидуальные работы.

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий,

требования и форму отчётности по данной работе.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.О.03.07 «Процессы и аппараты химической технологии»

Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.О.03.07 «Процессы и аппараты химической технологии»

Код и направление подготовки (специальность)	18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль)	Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Заочная
Год начала подготовки	2026
Институт / факультет	Химико-технологический факультет
Выпускающая кафедра	кафедра "Химическая технология переработки нефти и газа"
Кафедра-разработчик	кафедра "Химическая технология и промышленная экология"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	396 / 11
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Экзамен

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

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Общепрофессиональные компетенции			
Инженерная и технологическая подготовка	ОПК-4 Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	ОПК-4.1 Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета.	Знать основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета
		ОПК-4.12 Владеет методами технологических расчетов отдельных узлов химического оборудования.	Владеть методами технологических расчетов отдельных узлов химического оборудования
		ОПК-4.14 Владеет методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов.	Владеть методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов

		ОПК-4.5 Знает основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии.	Знать основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии
		ОПК-4.7 Умеет определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса.	Уметь определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса
		ОПК-4.9 Умет выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе.	Уметь выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе
Универсальные компетенции			
Разработка и реализация проектов	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.3 Знает технологические расчеты аппаратов химической промышленности.	Знать технологические расчеты аппаратов химической промышленности
		УК-2.5 Умеет осуществлять решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ и исходя из действующих правил и условий при выполнении проектной документации и имеющихся ресурсов и ограничений.	Уметь осуществлять решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ и исходя из действующих правил и условий при выполнении проектной документации и имеющихся ресурсов и ограничений

		УК-2.6 Умеет решать конкретные задачи проекта требуемого качества и за установленное время.	Уметь решать конкретные задачи проекта требуемого качества и за установленное время

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (знания, умения, владения)	Оценочные средства	контроль успеваемости	уточная аттестация
Основы технической гидравлики				
ОПК-4.1 Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета	**Знать:** основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета	Конспект	Да	Да
		Коллоквиум	Да	Да
		Экзамен	Нет	Да
ОПК-4.12 Владеет методами технологических расчетов отдельных узлов химического оборудования	**Владеть:** методами технологических расчетов отдельных узлов химического оборудования	Конспект	Да	Да
		Коллоквиум	Да	Да
		Экзамен	Нет	Да
ОПК-4.14 Владеет методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов	**Владеть:** методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов	Конспект	Да	Да
		Коллоквиум	Да	Да
		Экзамен	Нет	Да
ОПК-4.5 Знает основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии	**Знать:** основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии	Конспект	Да	Да
		Коллоквиум	Да	Да
		Экзамен	Нет	Да
ОПК-4.7 Умеет определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса	**Уметь:** определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса	Конспект	Да	Да
		Коллоквиум	Да	Да
		Экзамен	Нет	Да

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (знания, умения, владения)	Оценочные средства	контроль успе-	уточная атте-
ОПК-4.9 Умет выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе	**Уметь:** выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе	Конспект	Да	Да
		Коллоквиум	Да	Да
		Экзамен	Нет	Да
УК-2.6 Умеет решать конкретные задачи проекта требуемого качества и за установленное время	**Уметь:** решать конкретные задачи проекта требуемого качества и за установленное время	Конспект	Да	Да
		Коллоквиум	Да	Да
		Экзамен	Нет	Да
УК-2.5 Умеет осуществлять решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ и исходя из действующих правил и условий при выполнении проектной документации и имеющихся ресурсов и ограничений	**Уметь:** осуществлять решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ и исходя из действующих правил и условий при выполнении проектной документации и имеющихся ресурсов и ограничений	Конспект	Да	Да
		Коллоквиум	Да	Да
		Экзамен	Нет	Да
УК-2.3 Знает технологические расчеты аппаратов химической промышленности	**Знать:** технологические расчеты аппаратов химической промышленности	Конспект	Да	Да
		Коллоквиум	Да	Да
		Экзамен	Нет	Да
Теплообмен в химической технологии				
ОПК-4.1 Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета	**Знать:** основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета	Конспект	Да	Да
		Коллоквиум	Да	Да
		Курсовой проект	Нет	Да
		Экзамен	Нет	Да
ОПК-4.12 Владеет методами технологических расчетов отдельных узлов химического оборудования	**Владеть:** методами технологических расчетов отдельных узлов химического оборудования	Конспект	Да	Да
		Коллоквиум	Да	Да
		Курсовой проект	Нет	Да
		Экзамен	Нет	Да
ОПК-4.14 Владеет методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов	**Владеть:** методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов	Конспект	Да	Да
		Коллоквиум	Да	Да
		Курсовой проект	Нет	Да
		Экзамен	Нет	Да

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (знания, умения, владения)	Оценочные средства	контроль успе-	уточная атте-
ОПК-4.5 Знает основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии	**Знать:** основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии	Конспект	Да	Да
		Коллоквиум	Да	Да
		Курсовой проект	Нет	Да
		Экзамен	Нет	Да
ОПК-4.7 Умеет определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса	**Уметь:** определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса	Конспект	Да	Да
		Коллоквиум	Да	Да
		Курсовой проект	Нет	Да
		Экзамен	Нет	Да
ОПК-4.9 Умет выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе	**Уметь:** выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе	Конспект	Да	Да
		Коллоквиум	Да	Да
		Курсовой проект	Нет	Да
		Экзамен	Нет	Да
УК-2.6 Умеет решать конкретные задачи проекта требуемого качества и за установленное время	**Уметь:** решать конкретные задачи проекта требуемого качества и за установленное время	Конспект	Да	Да
		Коллоквиум	Да	Да
		Курсовой проект	Нет	Да
		Экзамен	Нет	Да
УК-2.5 Умеет осуществлять решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ и исходя из действующих правил и условий при выполнении проектной документации и имеющихся ресурсов и ограничений	**Уметь:** осуществлять решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ и исходя из действующих правил и условий при выполнении проектной документации и имеющихся ресурсов и ограничений	Конспект	Да	Да
		Коллоквиум	Да	Да
		Курсовой проект	Нет	Да
		Экзамен	Нет	Да
УК-2.3 Знает технологические расчеты аппаратов химической промышленности	**Знать:** технологические расчеты аппаратов химической промышленности	Конспект	Да	Да
		Коллоквиум	Да	Да
		Курсовой проект	Нет	Да
		Экзамен	Нет	Да

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (знания, умения, владения)	Оценочные средства	контроль успе-	уточная атте-
Массообменные процессы				
ОПК-4.1 Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета	**Знать:** основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета	Конспект	Да	Да
		Коллоквиум	Да	Да
		Экзамен	Нет	Да
ОПК-4.12 Владеет методами технологических расчетов отдельных узлов химического оборудования	**Владеть:** методами технологических расчетов отдельных узлов химического оборудования	Конспект	Да	Да
		Коллоквиум	Да	Да
		Экзамен	Нет	Да
ОПК-4.14 Владеет методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов	**Владеть:** методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов	Конспект	Да	Да
		Коллоквиум	Да	Да
		Экзамен	Нет	Да
ОПК-4.5 Знает основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии	**Знать:** основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии	Конспект	Да	Да
		Коллоквиум	Да	Да
		Экзамен	Нет	Да
ОПК-4.7 Умеет определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса	**Уметь:** определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса	Конспект	Да	Да
		Коллоквиум	Да	Да
		Экзамен	Нет	Да

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (знания, умения, владения)	Оценочные средства	контроль успе-	уточная атте-
ОПК-4.9 Умет выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе	**Уметь:** выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе	Конспект	Да	Да
		Коллоквиум	Да	Да
		Экзамен	Нет	Да
УК-2.6 Умеет решать конкретные задачи проекта требуемого качества и за установленное время	**Уметь:** решать конкретные задачи проекта требуемого качества и за установленное время	Конспект	Да	Да
		Коллоквиум	Да	Да
		Экзамен	Нет	Да
УК-2.5 Умеет осуществлять решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ и исходя из действующих правил и условий при выполнении проектной документации и имеющихся ресурсов и ограничений	**Уметь:** осуществлять решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ и исходя из действующих правил и условий при выполнении проектной документации и имеющихся ресурсов и ограничений	Конспект	Да	Да
		Коллоквиум	Да	Да
		Экзамен	Нет	Да
УК-2.3 Знает технологические расчеты аппаратов химической промышленности	**Знать:** технологические расчеты аппаратов химической промышленности	Конспект	Да	Да
		Коллоквиум	Да	Да
		Экзамен	Нет	Да

ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ХОДЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Конспект по самостоятельно изученному материалу (текущая аттестация)

Особых требований к оформлению конспекта нет, кроме соответствия представленного материала заданиям (вопросам) для составления конспекта. Рекомендуемая литература представлена в соответствующем разделе рабочей программы.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ КОНСПЕКТА
6 СЕМЕСТР

Тема 1.1. Предмет и задачи курса.

1. Структура современного химического предприятия.
2. Типы реализуемых процессов, их назначение, область применения.
3. Виды аппаратов, предназначенных для проведения процессов.
4. Способы организации процессов.

Тема 1.2. Физические свойства жидкостей и газов, их расчёт.

1. Плотность индивидуальных жидкостей и их смесей. Относительная плотность.
2. Плотность газов.
3. Вязкость индивидуальных жидкостей и их смесей. Индекс вязкости.
4. Вязкость газов. Способы нахождения.

Тема 1.3. Основы технической гидравлики.

1. Гидростатика. Покоящаяся жидкость. Гидростатическое давление.
2. Абсолютное и избыточное давление. Способы измерения давления.
3. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера.
4. Основное уравнение гидростатики.
5. Практические приложения основного уравнения гидростатики. Расчёт высоты гидрозатвора в жидкостном сепараторе.

Тема 1.4. Гидродинамика.

1. Предмет изучения гидродинамики. Внутренняя, внешняя и смешанная задачи.
2. Характеристики потока жидкости. Расходы массовый и объёмный. Уравнения расхода. Средняя скорость движения потока. Связь сечения потока и скорости. Рекомендованные скорости различных сред в трубопроводах.

Тема 1.5. Режимы движения потока.

1. Опыты Осборна Рейнольдса. Параметры, влияющие на характер движения.
2. Критерий Рейнольдса и его численные значения для движения потока в прямых трубах и каналах.
3. Движение потока некруглого сечения. Понятие эквивалентного диаметра. Расчёт эквивалентного диаметра для различных профилей.
4. Распределение скорости по сечению трубопровода при установившемся ламинарном движении. Закон Стокса.
5. Расчёт расхода жидкости при ламинарном течении. Уравнение Пуазейля.

Тема 1.6. Материальный и энергетический баланс потока.

1. Уравнение неразрывности потока.
2. Субстанциональная производная. Понятие идеальной жидкости.
3. Дифференциальные уравнения движения Эйлера для потока идеальной жидкости.
4. Уравнение Бернулли и анализ входящих в него членов.
5. Практические приложения уравнения Бернулли.
6. Расчёт коэффициента трения при ламинарном и турбулентном движении.
7. Местные сопротивления, их виды и учёт при нахождении сопротивления сети.

Тема 1.7. Транспорт жидкостей.

1. Классификация насосов. Основные параметры насосов.
2. Производительность (подача) насоса.
3. Напор насоса.
4. Высота всасывания. Явление кавитации. Кавитационный запас и его расчёт.
5. Мощность насоса.
6. Центробежные насосы. Устройство, принцип действия. Характеристика центробежного насоса.
7. Работа насоса на сеть. Рабочая точка центробежного насоса.
8. Насосы возвратно-поступательного действия. Поршневые и плунжерные насосы. Их характеристики и диаграммы подачи. Поршневые насосы двойного действия. Триплекс-насосы.
9. Сравнительная характеристика и область применения насосов различных типов.

Тема 1.8. Гидродинамика зернистых материалов.

1. Характеристики слоя зернистого (пористого) материала.
2. Движение жидкости через зернистый слой.
3. Сопротивление зернистого слоя. Гидродинамика псевдоожиженных слоёв.

Тема 2.1. Основы теплопередачи.

1. Направление переноса теплоты. Следствие из второго закона термодинамики.
2. Основное уравнение теплопередачи. Анализ членов основного уравнения теплопередачи.
3. Теплофизические свойства веществ: удельная теплоёмкость и удельная теплота испарения (конденсации), их нахождение.

Тема 2.2. Тепловые балансы.

1. Четыре случая теплообмена. Горячий поток охлаждается, холодный нагревается. Горячий поток конденсируется, холодный нагревается. Горячий поток охлаждается, холодный кипит. Горячий поток конденсируется, холодный кипит.

Тема 2.3. Расчёт средней разности температур.

1. Способы организации теплообмена: прямоток, противоток, смешанный ток, перекрёстный ток.
2. Сравнительная характеристика различных способов организации теплообмена. Расчёт средней разности температур.

Тема 2.4. Способы передачи теплоты.

1. Передача теплоты теплопроводностью. Понятие температурного поля, изотермы. Градиент температуры.
2. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, размерность, значения для различных веществ.

3. Дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье. Коэффициент температуропроводности, его физический смысл и размерность.

4. Теплопроводность плоской стенки. Теплопроводность многослойной плоской стенки.

5. Передача теплоты излучением. Понятия абсолютно чёрного, абсолютно белого (зеркального) и абсолютно прозрачного тел.

6. Закон Стефана-Больцмана. Степень черноты.

7. Взаимное излучение двух тел.

8. Закон Кирхгофа.

9. Передача теплоты конвекцией. Свободная и вынужденная конвекция. Конвективный теплообмен.

10. Закон охлаждения Ньютона. Коэффициент теплоотдачи, его физический смысл и размерность.

11. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена.

Тема 2.5. Тепловое подобие.

1. Преобразование уравнения Фурье-Кирхгофа. Критерии теплового подобия.
2. Критериальные уравнения.

Тема 2.6. Теплоотдача.

1. Теплоотдача при конденсации пара на пучке горизонтальных и вертикальных труб.
2. Теплоотдача при кипении жидкостей. Виды кипения.
3. Теплоотдача при пузырьковом кипении.
4. Кипение в трубах.
5. Кипение в межтрубном пространстве. Ребойлеры.

Тема 2.7. Теплопередача.

1. Расчёт коэффициента теплопередачи по значениям коэффициентов теплоотдачи.
2. Способы интенсификации процесса теплопередачи. Термические сопротивления, их влияние на процесс теплообмена.
3. Устройство, принцип работы, достоинства, недостатки, диапазон применения теплообменников различных конструкций

Тема 2.8. Промышленные теплоносители и хладоагенты.

1. Водяной пар как теплоноситель, его параметры, получение и транспорт.
2. Насыщенный водяной пар, влажный водяной пар, перегретый водяной пар, мятый водяной пар, пролётный водяной пар.
3. Вода и воздух как промышленные хладоагенты.
4. Оборотное водоснабжение, его организация.

Тема 2.9. Горение органического топлива.

1. Расчёт процесса горения жидкого и газообразного топлив.
2. Коэффициент избытка воздуха.

Тема 2.10. Основы устройства и расчёт трубчатых печей.

1. Основные элементы трубчатых печей.
2. Расчёт камер радиации и конвекции.
3. Гидравлический расчёт змеевика печи.
4. Устройство, принцип работы, достоинства, недостатки, диапазон применения печей с различным размещением камеры конвекции.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ КОНСПЕКТА
7 СЕМЕСТР

Тема 3.1. Массообменные процессы.

1. Общие сведения. Место и значение массообменных процессов в химической технологии.
2. Классификация массообменных процессов. Агрегатное состояние фаз.
3. Абсорбция. Сущность процесса, область применения.
4. Перегонка и ректификация. Сущность процесса, область применения.
5. Экстракция. Сущность процесса, область применения.
6. Адсорбция. Сущность процесса, область применения.
7. Сушка влажных материалов. Сущность процесса, область применения.
8. Кристаллизация и ионный обмен. Сущность процесса, область применения.
9. Сравнение процессов теплопередачи и массопередачи. Основное уравнение теплопередачи и уравнение массопередачи, их сравнение.

Тема 3.2. Материальный баланс процесса массопередачи.

1. Материальный баланс процесса массопередачи. Составление материального баланса для случая перехода вещества из газовой фазы в жидкую.

Тема 3.3. Движущая сила процессов массопередачи.

1. Понятие о фазовом равновесии. Химические потенциалы.
2. Равновесная и рабочая концентрации.
3. Способы выражение концентраций.
4. Способы выражение и расчёта средней движущей силы.
5. Общее число единиц переноса.
6. Понятие о теоретической ступени контакта фаз (теоретической тарелке). Определение числа теоретических тарелок графическим методом.

Тема 3.4. Механизм переноса вещества.

1. Молекулярная диффузия. Первый закон Фика. Коэффициент молекулярной диффузии.
2. Уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи.
3. Диффузионное подобие. Дифференциальное уравнение конвективного массообмена. Критерии диффузионного подобия.
4. Расчёт коэффициентов массоотдачи по критериальным уравнениям.
5. Связь коэффициентов массоотдачи и массопередачи. Лимитирующие стадии процесса.

Тема 3.5. Общие сведения об устройстве массообменных аппаратов.

1. Типы массообменных аппаратов. Аппараты с непрерывным и ступенчатым контактом фаз.
2. Расчёт высоты и диаметра колонных аппаратов. Модифицированные уравнения массопередачи. Расчёт высоты колонны. Расчёт диаметра колонны.
3.
4. Тема 3.6. Абсорбция газов и паров.
5. Назначение и область применения абсорбции.
6. Равновесие при абсорбции. Влияние температуры и давления на растворимость газов.

7. Материальный баланс процесса. Минимальный и оптимальный расходы абсорбента.

8. Неизотермическая абсорбция.

Тема 3.7. Перегонка и ректификация.

1. Назначение и область применения ректификации. Термины и определения.
2. Равновесие жидкость – пар в идеальных бинарных смесях. Закон Рауля.
3. Уравнения изотерм паровой и жидкой фаз. Способы расчёта температур начала и конца кипения жидкости, начала и конца конденсации пара при заданном давлении.
4. Уравнение линии равновесия между жидкостью и паром. Диаграмма линии равновесия.
5. Классификация процессов перегонки и способы её проведения.
6. Простая перегонка. Схема установки. Материальный баланс процесса и его изображение на графике изобар.
7. Перегонка с дефлегмацией. Схема установки. Понятие о флегмовом числе.
8. Процесс однократного испарения. Схема, изображение на графике изобар.
9. Ректификационная установка и её основные элементы.
10. Материальный баланс процесса. Уравнения рабочих линий верха и низа колонны.
11. Пределы изменения флегмового числа. Минимальное флегмовое число.
12. Влияние флегмового числа на параметры проектируемой ректификационной установки.
13. Выбор оптимального флегмового числа. Оптимизация капитальных и эксплуатационных затрат.
14. Тепловой баланс ректификационной установки. Составление теплового баланса. Расчёт тепловой нагрузки на кипятильник.
15. Способы подвода теплоты в куб колонны.
16. Способы создания орошения в колонне.
17. Выбор давления в колонне.

Тема 3.8. Конструкции контактных устройств абсорбционных и ректификационных колонн.

1. Насадочные колонны. Типы насадки.
2. Тарельчатые колонны. Конструкции тарелок.

Тема 3.9. Экстракция.

1. Назначение и область применения экстракции.
2. Равновесие жидкость – жидкость в двойных и тройных системах.
3. Треугольная диаграмма Гиббса и её свойства.
4. Требования в экстрагенту и первичному растворителю.
5. Способы организации экстракции и методы их расчёта.
6. Одноступенчатая экстракция.
7. Одноступенчатая экстракция с перекрёстным током.
8. Противоточная экстракция.

Перечень вопросов коллоквиума
(текущая аттестация, 6 семестр)

1. Структура современного химического предприятия.
2. Типы реализуемых процессов, их назначение, область применения.
3. Виды аппаратов, предназначенных для проведения процессов.
4. Способы организации процессов.
5. Плотность индивидуальных жидкостей и их смесей. Относительная плотность.
6. Плотность газов.
7. Вязкость индивидуальных жидкостей и их смесей. Индекс вязкости.
8. Вязкость газов. Способы нахождения.
9. Гидростатика. Покоящаяся жидкость. Гидростатическое давление.
10. Абсолютное и избыточное давление. Способы измерения давления.
11. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера.
12. Основное уравнение гидростатики.
13. Практические приложения основного уравнения гидростатики. Расчёт высоты гидрозатвора в жидкостном сепараторе.
14. Предмет изучения гидродинамики. Внутренняя, внешняя и смешанная задачи.
15. Характеристики потока жидкости. Расходы массовый и объёмный. Уравнения расхода. Средняя скорость движения потока. Связь сечения потока и скорости. Рекомендованные скорости различных сред в трубопроводах.
16. Режимы движения потока. Опыты Осборна Рейнольдса. Параметры, влияющие на характер движения.
17. Критерий Рейнольдса и его численные значения для движения потока в прямых трубах и каналах.
18. Движение потока некруглого сечения. Понятие эквивалентного диаметра. Расчёт эквивалентного диаметра для различных профилей.
19. Распределение скорости по сечению трубопровода при установившемся ламинарном движении. Закон Стокса.
20. Расчёт расхода жидкости при ламинарном течении. Уравнение Пуазейля.
21. Уравнение неразрывности потока.
22. Субстанциональная производная. Понятие идеальной жидкости.
23. Дифференциальные уравнения движения Эйлера для потока идеальной жидкости.
24. Уравнение Бернулли и анализ входящих в него членов.
25. Практические приложения уравнения Бернулли.
26. Расчёт коэффициента трения при ламинарном и турбулентном движении.
27. Местные сопротивления, их виды и учёт при нахождении сопротивления сети.
28. Классификация насосов. Основные параметры насосов.
29. Производительность (подача) насоса.
30. Напор насоса.
31. Высота всасывания. Явление кавитации. Кавитационный запас и его расчёт.
32. Мощность насоса.
33. Центробежные насосы. Устройство, принцип действия. Характеристика центробежного насоса.
34. Работа насоса на сеть. Рабочая точка центробежного насоса.
35. Насосы возвратно-поступательного действия. Поршневые и плунжерные насосы. Их характеристики и диаграммы подачи. Поршневые насосы двойного действия. Триплекс-насосы.
36. Сравнительная характеристика и область применения насосов различных типов.
37. Характеристики слоя зернистого (пористого) материала.
38. Движение жидкости через зернистый слой.
39. Сопротивление зернистого слоя. Гидродинамика псевдоожиженных слоёв.

40. Направление переноса теплоты. Следствие из второго закона термодинамики.
41. Основное уравнение теплопередачи. Анализ членов основного уравнения теплопередачи.
42. Теплофизические свойства веществ: удельная теплоёмкость и удельная теплота испарения (конденсации), их нахождение.
43. Тепловые балансы для 4 случаев теплообмена. Горячий поток охлаждается, холодный нагревается. Горячий поток конденсируется, холодный нагревается. Горячий поток охлаждается, холодный кипит. Горячий поток конденсируется, холодный кипит.
44. Способы организации теплообмена: прямоток, противоток, смешанный ток, перекрёстный ток.
45. Сравнительная характеристика различных способов организации теплообмена. Расчёт средней разности температур.
46. Передача теплоты теплопроводностью. Понятие температурного поля, изотермы. Градиент температуры.
47. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, размерность, значения для различных веществ.
48. Дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье. Коэффициент температуропроводности, его физический смысл и размерность.
49. Теплопроводность плоской стенки. Теплопроводность многослойной плоской стенки.
50. Передача теплоты излучением. Понятия абсолютно чёрного, абсолютно белого (зеркального) и абсолютно прозрачного тел.
51. Закон Стефана-Больцмана. Степень черноты.
52. Взаимное излучение двух тел.
53. Закон Кирхгофа.
54. Передача теплоты конвекцией. Свободная и вынужденная конвекция. Конвек-тивный теплообмен.
55. Закон охлаждения Ньютона. Коэффициент теплоотдачи, его физический смысл и размерность.
56. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена.
57. Преобразование уравнения Фурье-Кирхгофа. Критерии теплового подобия.
58. Критериальные уравнения.
59. Теплоотдача при конденсации пара на пучке горизонтальных и вертикальных труб.
60. Теплоотдача при кипении жидкостей. Виды кипения.
61. Теплоотдача при пузырьковом кипении.
62. Кипение в трубах.
63. Кипение в межтрубном пространстве. Ребойлеры.
64. Расчёт коэффициента теплопередачи по значениям коэффициентов теплоотдачи.
65. Способы интенсификации процесса теплопередачи. Термические сопротивления, их влияние на процесс теплообмена.
66. Устройство, принцип работы, достоинства, недостатки, диапазон применения теплообменников различных конструкций.
67. Водяной пар как теплоноситель, его параметры, получение и транспорт.
68. Насыщенный водяной пар, влажный водяной пар, перегретый водяной пар, мятый водяной пар, пролётный водяной пар.
69. Вода и воздух как промышленные хладоагенты.
70. Оборотное водоснабжение, его организация.
71. Расчёт процесса горения жидкого и газообразного топлив.
72. Коэффициент избытка воздуха.
73. Основные элементы трубчатых печей.
74. Расчёт камер радиации и конвекции.
75. Гидравлический расчёт змеевика печи.
76. Устройство, принцип работы, достоинства, недостатки, диапазон применения печей с различным размещением камеры конвекции.

Перечень вопросов коллоквиума
(текущая аттестация, 7 семестр)

1. Массообменные процессы. Общие сведения. Место и значение массообменных процессов в химической технологии.
2. Классификация массообменных процессов. Агрегатное состояние фаз.
3. Абсорбция. Сущность процесса, область применения.
4. Перегонка и ректификация. Сущность процесса, область применения.
5. Экстракция. Сущность процесса, область применения.
6. Адсорбция. Сущность процесса, область применения.
7. Сушка влажных материалов. Сущность процесса, область применения.
8. Кристаллизация и ионный обмен. Сущность процесса, область применения.
9. Сравнение процессов теплопередачи и массопередачи. Основное уравнение теплопередачи и уравнение массопередачи, их сравнение.
10. Материальный баланс процесса массопередачи. Составление материального баланса для случая перехода вещества из газовой фазы в жидкую.
11. Понятие о фазовом равновесии. Химические потенциалы.
12. Равновесная и рабочая концентрации.
13. Способы выражение концентраций.
14. Способы выражение и расчёта средней движущей силы массопередачи.
15. Общее число единиц переноса.
16. Понятие о теоретической ступени контакта фаз (теоретической тарелке). Определение числа теоретических тарелок графическим методом.
17. Молекулярная диффузия. Первый закон Фика. Коэффициент молекулярной диффузии.
18. Уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи.
19. Диффузионное подобие. Дифференциальное уравнение конвективного массообмена. Критерии диффузионного подобия.
20. Расчёт коэффициентов массоотдачи по критериальным уравнениям.
21. Связь коэффициентов массоотдачи и массопередачи. Лимитирующие стадии процесса.
22. Типы массообменных аппаратов. Аппараты с непрерывным и ступенчатым контактом фаз.
23. Расчёт высоты и диаметра колонных аппаратов. Модифицированные уравнения массопередачи. Расчёт высоты колонны. Расчёт диаметра колонны.
24. Назначение и область применения абсорбции.
25. Равновесие при абсорбции. Влияние температуры и давления на растворимость газов.
26. Материальный баланс процесса. Минимальный и оптимальный расходы абсорбента.
27. Неизотермическая абсорбция.
28. Назначение и область применения ректификации. Термины и определения.
29. Равновесие жидкость – пар в идеальных бинарных смесях. Закон Рауля.
30. Уравнения изотерм паровой и жидкой фаз. Способы расчёта температур начала и конца кипения жидкости, начала и конца конденсации пара при заданном давлении.
31. Уравнение линии равновесия между жидкостью и паром. Диаграмма линии равновесия.
32. Классификация процессов перегонки и способы её проведения.
33. Простая перегонка. Схема установки. Материальный баланс процесса и его изображение на графике изобар.
34. Перегонка с дефлегмацией. Схема установки. Понятие о флегмовом числе.
35. Процесс однократного испарения. Схема, изображение на графике изобар.
36. Ректификационная установка и её основные элементы.
37. Материальный баланс процесса. Уравнения рабочих линий верха и низа колонны.

38. Пределы изменения флегмового числа. Минимальное флегмовое число.
39. Влияние флегмового числа на параметры проектируемой ректификационной установки.
40. Выбор оптимального флегмового числа. Оптимизация капитальных и эксплуатационных затрат.
41. Тепловой баланс ректификационной установки. Составление теплового баланса. Расчёт тепловой нагрузки на кипятильник.
42. Способы подвода теплоты в куб колонны.
43. Способы создания орошения в колонне.
44. Выбор давления в колонне.
45. Насадочные колонны. Типы насадки.
46. Тарельчатые колонны. Конструкции тарелок.
47. Назначение и область применения экстракции.
48. Равновесие жидкость – жидкость в двойных и тройных системах.
49. Треугольная диаграмма Гиббса и её свойства.
50. Требования в экстрагенту и первичному растворителю.
51. Способы организации экстракции и методы их расчёта.
52. Одноступенчатая экстракция.
53. Одноступенчатая экстракция с перекрёстным током.
54. Противоточная экстракция.

Курсовой проект
(промежуточная аттестация, 7 семестр)

Примерная тематика курсового проекта:

- расчет конденсатора паров дистиллята ректификационной колонны;
- расчет кипятильника кубовой жидкости ректификационной колонны;
- расчет подогревателя сырья ректификационной колонны;
- расчет холодильника дистиллята ректификационной колонны.

Студентам выдается индивидуальное задание на курсовой проект, в котором предлагается выполнить проектный расчет теплообменного аппарата, позволяющего провести процесс теплопередачи в заданных условиях.

Обязательным элементом курсового проекта является расчетно-пояснительная записка, включающая следующие структурные части:

- титульный лист;
- задание на курсовой проект;
- содержание;
- введение;
- технологический расчет теплообменника;
- гидравлический расчет теплообменника;
- заключение (выводы);
- список использованных источников.

Введение должно содержать оценку актуальности выполнения курсового проекта на заданную тему, а также сформулированные цели и задачи курсового проекта.

Основная часть записки (технологический расчет, гидравлический расчет) должна быть разделена на разделы, подразделы, пункты. Данная часть курсового проекта включает в себя результаты выполненных расчетов, подбора оборудования.

Заключение должно содержать короткие обобщения (выводы) по работе в целом, которые подтверждают выполнения цели и решение задач курсового проекта конкретными данными.

В ***список использованных источников*** должна включаться техническая литература, справочники, нормативно-правовые материалы, Интернет-ресурсы, на которые в тексте есть ссылка.

Оформление пояснительной записки к курсовому проекту производится в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. ГОСТ 7.32-2017. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления: межгосударственный стандарт: издание официальное. – М.: Стандартинформ, 2018. – 27 с.
2. ГОСТ 2.105-2019. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное. – М.: Стандартинформ, 2021. – 33 с.
3. Р 50-77-88. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения диаграмм: рекомендации. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 10 с.
4. ГОСТ 2.321-84. Единая система конструкторской документации. Обозначения буквенные: межгосударственный стандарт: издание официальное. – М.: Стандартинформ, 2007. – 2 с.
5. ГОСТ Р 7.0.5-2008. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное. – М.: Стандартинформ, 2020. – 19 с.

Контроль выполнения курсовой работы осуществляется в форме консультаций, в том числе и с использованием дистанционных технологий, а также посредством общения по электронной почте.

Руководитель курсового проекта проверяет расчетно-пояснительную записку к курсовому проекту, а именно, правильность выполненных расчетов и соответствие ее оформления нормативным требованиям. По результату проверки студент допускается к защите курсового проекта или не допускается, а расчетно-пояснительная записка ему возвращается на доработку.

Защита курсового проекта является одной из форм промежуточной аттестации по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» в 6 семестре. Она осуществляется руководителем курсового проекта в форме собеседования (устного опроса) по результатам выполнения курсового проекта.

Примерные вопросы к защите курсового проекта:

1. Назначение проектируемого аппарата (в контексте технологической схемы).
2. Дать определение теплопередачи.
3. Основное уравнение теплопередачи, его использование для инженерных расчетов.
4. Особенности определения среднего температурного напора в проектируемом аппарате.
5. От чего зависит гидравлическое сопротивление трубного и межтрубного пространства кожухотрубчатого теплообменника?
6. Чем обусловлен выбор горизонтального или вертикального расположения проектируемого аппарата?
7. Устройство, достоинства и недостатки кожухотрубчатого теплообменника.
8. Основные критерии ориентировочного подбора кожухотрубчатого теплообменника.
9. Поток какого вещества обычно подается в трубное пространство кожухотрубчатого теплообменника и почему?
10. Почему выбран аппарат без компенсации температурных напряжений?
11. Алгоритм расчета кожухотрубчатого теплообменника.
13. Для чего устанавливаются перегородки в трубном и межтрубном пространстве кожухотрубчатого теплообменника?
14. Чем ограничивается увеличение количества ходов в трубном пространстве кожухотрубчатого теплообменника?

Перечень вопросов для промежуточной аттестации (экзамен)
6 семестр

1. Структура современного химического предприятия.
2. Типы реализуемых процессов, их назначение, область применения.
3. Виды аппаратов, предназначенных для проведения процессов.
4. Способы организации процессов.
5. Плотность индивидуальных жидкостей и их смесей. Относительная плотность.
6. Плотность газов.
7. Вязкость индивидуальных жидкостей и их смесей. Индекс вязкости.
8. Вязкость газов. Способы нахождения.
9. Гидростатика. Покоящаяся жидкость. Гидростатическое давление.
10. Абсолютное и избыточное давление. Способы измерения давления.
11. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера.
12. Основное уравнение гидростатики.
13. Практические приложения основного уравнения гидростатики. Расчёт высоты гидрозатвора в жидкостном сепараторе.
14. Предмет изучения гидродинамики. Внутренняя, внешняя и смешанная задачи.
15. Характеристики потока жидкости. Расходы массовый и объёмный. Уравнения расхода. Средняя скорость движения потока. Связь сечения потока и скорости. Рекомендованные скорости различных сред в трубопроводах.
16. Режимы движения потока. Опыты Осборна Рейнольдса. Параметры, влияющие на характер движения.
17. Критерий Рейнольдса и его численные значения для движения потока в прямых трубах и каналах.
18. Движение потока некруглого сечения. Понятие эквивалентного диаметра. Расчёт эквивалентного диаметра для различных профилей.
19. Распределение скорости по сечению трубопровода при установившемся ламинарном движении. Закон Стокса.
20. Расчёт расхода жидкости при ламинарном течении. Уравнение Пуазейля.
21. Уравнение неразрывности потока.
22. Субстанциональная производная. Понятие идеальной жидкости.
23. Дифференциальные уравнения движения Эйлера для потока идеальной жидкости.
24. Уравнение Бернулли и анализ входящих в него членов.
25. Практические приложения уравнения Бернулли.
26. Расчёт коэффициента трения при ламинарном и турбулентном движении.
27. Местные сопротивления, их виды и учёт при нахождении сопротивления сети.
28. Классификация насосов. Основные параметры насосов.
29. Производительность (подача) насоса.
30. Напор насоса.
31. Высота всасывания насоса. Явление кавитации. Кавитационный запас и его расчёт.
32. Мощность насоса.
33. Центробежные насосы. Устройство, принцип действия. Характеристика центробежного насоса.
34. Работа насоса на сеть. Рабочая точка центробежного насоса.
35. Насосы возвратно-поступательного действия. Поршневые и плунжерные насосы. Их характеристики и диаграммы подачи. Поршневые насосы двойного действия. Триплекс-насосы.
36. Сравнительная характеристика и область применения насосов различных типов.
37. Характеристики слоя зернистого (пористого) материала.
38. Движение жидкости через зернистый слой.
39. Сопротивление зернистого слоя. Гидродинамика псевдоожиженных слоёв.
40. Направление переноса теплоты. Следствие из второго закона термодинамики.

41. Основное уравнение теплопередачи. Анализ членов основного уравнения теплопередачи.
42. Теплофизические свойства веществ: удельная теплоёмкость и удельная теплота испарения (конденсации), их нахождение.
43. Тепловые балансы для 4 случаев теплообмена. Горячий поток охлаждается, холодный нагревается. Горячий поток конденсируется, холодный нагревается. Горячий поток охлаждается, холодный кипит. Горячий поток конденсируется, холодный кипит.
44. Способы организации теплообмена: прямоток, противоток, смешанный ток, перекрёстный ток.
45. Сравнительная характеристика различных способов организации теплообмена. Расчёт средней разности температур.
46. Передача теплоты теплопроводностью. Понятие температурного поля, изотермы. Градиент температуры.
47. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, размерность, значения для различных веществ.
48. Дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье. Коэффициент температуропроводности, его физический смысл и размерность.
49. Теплопроводность плоской стенки. Теплопроводность многослойной плоской стенки.
50. Передача теплоты излучением. Понятия абсолютно чёрного, абсолютно белого (зеркального) и абсолютно прозрачного тел.
51. Закон Стефана-Больцмана. Степень черноты.
52. Взаимное излучение двух тел.
53. Закон Кирхгофа.
54. Передача теплоты конвекцией. Свободная и вынужденная конвекция. Конвек-тивный теплообмен.
55. Закон охлаждения Ньютона. Коэффициент теплоотдачи, его физический смысл и размерность.
56. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена.
57. Преобразование уравнения Фурье-Кирхгофа. Критерии теплового подобия.
58. Критериальные уравнения.
59. Теплоотдача при конденсации пара на пучке горизонтальных и вертикальных труб.
60. Теплоотдача при кипении жидкостей. Виды кипения.
61. Теплоотдача при пузырьковом кипении.
62. Кипение в трубах.
63. Кипение в межтрубном пространстве. Ребойлеры.
64. Расчёт коэффициента теплопередачи по значениям коэффициентов теплоотдачи.
65. Способы интенсификации процесса теплопередачи. Термические сопротивления, их влияние на процесс теплообмена.
66. Устройство, принцип работы, достоинства, недостатки, диапазон применения теплообменников различных конструкций.
67. Водяной пар как теплоноситель, его параметры, получение и транспорт.
68. Насыщенный водяной пар, влажный водяной пар, перегретый водяной пар, мятый водяной пар, пролётный водяной пар.
69. Вода и воздух как промышленные хладоагенты.
70. Оборотное водоснабжение, его организация.
71. Расчёт процесса горения жидкого и газообразного топлив.
72. Коэффициент избытка воздуха.
73. Основные элементы трубчатых печей.
74. Расчёт камер радиации и конвекции.
75. Гидравлический расчёт змеевика печи.
76. Устройство, принцип работы, достоинства, недостатки, диапазон применения печей с различным размещением камеры конвекции.

Далее представлены примерные варианты экзаменационных билетов 6 семестра.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра **«Химическая технология и промышленная экология»**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина *«Процессы и аппараты химической технологии»*

Направление _____ (шифр) Факультет _____ (наименование факультета) Семестр _____ (номер)

Профиль подготовки _____

1. Расчёт расхода жидкости при ламинарном течении. Уравнение Пуазейля.

2. Преобразование уравнения Фурье-Кирхгофа. Критерии теплового подобия.

3. Дать определение поверхностных теплообменников. Устройство и принцип работы многоходового кожухотрубчатого теплообменника, его достоинства, недостатки, диапазон применения.

Составитель _____ «____» _____ _____ года

Заведующий кафедрой _____ «____» _____ _____ года

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра **«Химическая технология и промышленная экология»**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

Дисциплина *«Процессы и аппараты химической технологии»*

Направление _____ (шифр) Факультет _____ (наименование факультета) Семестр _____ (номер)

Профиль подготовки _____

1. Высота всасывания насоса. Явление кавитации. Кавитационный запас и его расчёт.

2. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, размерность, значения для различных веществ.

3. Дать определение поверхностных теплообменников. Устройство и принцип работы погружного теплообменника, его достоинства, недостатки, диапазон применения.

Составитель _____ «____» _____ _____ года

Заведующий кафедрой _____ «____» _____ _____ года

Перечень вопросов для промежуточной аттестации (экзамен)
7 семестр

1. Массообменные процессы. Общие сведения. Место и значение массообменных процессов в химической технологии.
2. Классификация массообменных процессов. Агрегатное состояние фаз.
3. Абсорбция. Сущность процесса, область применения.
4. Перегонка и ректификация. Сущность процесса, область применения.
5. Экстракция. Сущность процесса, область применения.
6. Адсорбция. Сущность процесса, область применения.
7. Сушка влажных материалов. Сущность процесса, область применения.
8. Кристаллизация и ионный обмен. Сущность процесса, область применения.
9. Сравнение процессов теплопередачи и массопередачи. Основное уравнение теплопередачи и уравнение массопередачи, их сравнение.
10. Материальный баланс процесса массопередачи. Составление материального баланса для случая перехода вещества из газовой фазы в жидкую.
11. Понятие о фазовом равновесии. Химические потенциалы.
12. Равновесная и рабочая концентрации.
13. Способы выражение концентраций.
14. Способы выражение и расчёта средней движущей силы массопередачи.
15. Общее число единиц переноса.
16. Понятие о теоретической ступени контакта фаз (теоретической тарелке). Определение числа теоретических тарелок графическим методом.
17. Молекулярная диффузия. Первый закон Фика. Коэффициент молекулярной диффузии.
18. Уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи.
19. Диффузионное подобие. Дифференциальное уравнение конвективного массообмена. Критерии диффузионного подобия.
20. Расчёт коэффициентов массоотдачи по критериальным уравнениям.
21. Связь коэффициентов массоотдачи и массопередачи. Лимитирующие стадии процесса.
22. Типы массообменных аппаратов. Аппараты с непрерывным и ступенчатым контактом фаз.
23. Расчёт высоты и диаметра колонных аппаратов. Модифицированные уравнения массопередачи. Расчёт высоты колонны. Расчёт диаметра колонны.
24. Назначение и область применения абсорбции.
25. Равновесие при абсорбции. Влияние температуры и давления на растворимость газов.
26. Материальный баланс абсорбции. Минимальный и оптимальный расходы абсорбента.
27. Неизотермическая абсорбция.
28. Назначение и область применения ректификации. Термины и определения.
29. Равновесие жидкость – пар в идеальных бинарных смесях. Закон Рауля.
30. Уравнения изотерм паровой и жидкой фаз. Способы расчёта температур начала и конца кипения жидкости, начала и конца конденсации пара при заданном давлении.
31. Уравнение линии равновесия между жидкостью и паром. Диаграмма линии равновесия.
32. Классификация процессов перегонки и способы её проведения.
33. Простая перегонка. Схема установки. Материальный баланс процесса и его изображение на графике изобар.
34. Перегонка с дефлегмацией. Схема установки. Понятие о флегмовом числе.
35. Процесс однократного испарения. Схема, изображение на графике изобар.
36. Ректификационная установка и её основные элементы.
37. Материальный баланс процесса. Уравнения рабочих линий верха и низа колонны.

38. Пределы изменения флегмового числа. Минимальное флегмовое число.
39. Влияние флегмового числа на параметры проектируемой ректификационной установки.
40. Выбор оптимального флегмового числа. Оптимизация капитальных и эксплуатационных затрат.
41. Тепловой баланс ректификационной установки. Составление теплового баланса. Расчёт тепловой нагрузки на кипятильник.
42. Способы подвода теплоты в куб колонны.
43. Способы создания орошения в колонне.
44. Выбор давления в колонне.
45. Насадочные колонны. Типы насадки.
46. Тарельчатые колонны. Конструкции тарелок.
47. Назначение и область применения экстракции.
48. Равновесие жидкость – жидкость в двойных и тройных системах.
49. Треугольная диаграмма Гиббса и её свойства.
50. Требования в экстрагенту и первичному растворителю.
51. Способы организации экстракции и методы их расчёта.
52. Одноступенчатая экстракция.
53. Одноступенчатая экстракция с перекрёстным током.
54. Противоточная экстракция.

Далее представлены примерные варианты экзаменационных билетов 7 семестра.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра **«Химическая технология и промышленная экология»**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина *«Процессы и аппараты химической технологии»*

Направление _____ (шифр) Факультет _____ (наименование факультета) Семестр _____ (номер)

Профиль подготовки _____

1. Молекулярная диффузия. Первый закон Фика. Коэффициент молекулярной диффузии.

2. Равновесие жидкость – пар в идеальных бинарных смесях. Закон Рауля.

Составитель

_____

«____» _____ _____ года

Заведующий кафедрой

_____

«____» _____ _____ года

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра **«Химическая технология и промышленная экология»**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

Дисциплина *«Процессы и аппараты химической технологии»*

Направление _____ (шифр) Факультет _____ (наименование факультета) Семестр _____ (номер)

Профиль подготовки _____

1. Насадочные колонны. Типы насадки.

2. Тепловой баланс ректификационной установки. Составление теплового баланса. Расчёт тепловой нагрузки на кипятильник.

Составитель

_____

«____» _____ _____ года

Заведующий кафедрой

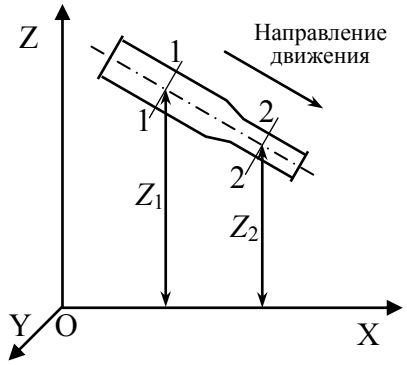
_____

«____» _____ _____ года

Тесты по компетенциям

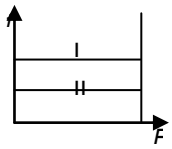
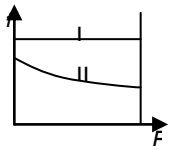
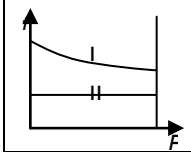
по дисциплине Б1.О.03.07 «Процессы и аппараты химической технологии»
(шифр и наименование дисциплины**)**

<table>
<tr><th>№ задания</th><th>Содержание задания</th><th>Ключ к ответу</th><th>Наименование темы РПД</th><th>Семестр</th></tr>
<tr><td colspan="5">ОПК-4 Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья</td></tr>
<tr><td>1.</td><td>Прочитайте текст вопроса и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца
<table><tr><th>Параметр</th><th>Единица измерения</th></tr><tr><td>А. динамическая вязкость
Б. плотность
В. кинематическая вязкость</td><td>1. Па·с
2. Па
3. $м^2/с$
4. $кг/м^3$
5. $м^3/с$</td></tr></table>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:
<table><tr><th>А</th><th>Б</th><th>В</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table></td><td><table><tr><th>А</th><th>Б</th><th>В</th></tr><tr><td>1</td><td>4</td><td>3</td></tr></table></td><td>Физические свойства жидкостей и газов, их расчет</td><td>4</td></tr>
<tr><td>2.</td><td>Прочитайте текст вопроса и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца
<table><tr><th>Параметр</th><th>Единица измерения</th></tr><tr><td>А. скорость движения
Б. массовый расход
В. объемный расход
Г. давление</td><td>1. кг
2. Па
3. м/с
4. кг/с
5. $м^3/с$</td></tr></table>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:
<table><tr><th>А</th><th>Б</th><th>В</th><th>Г</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table></td><td><table><tr><th>А</th><th>Б</th><th>В</th><th>Г</th></tr><tr><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>2</td></tr></table></td><td>Гидродинамика</td><td>4</td></tr>
</table>

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
3.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ** По трубопроводу движется реальная жидкость. Укажите верно записанное уравнение Бернулли для сечений 1-1 и 2-2. Плоскость сравнения XOY.  1. $\frac{P_1}{\rho g}+\frac{w_1^2}{2g}=\frac{P_2}{\rho g}+\frac{w_2^2}{2g}$ 2. $Z_1+\frac{P_1}{\rho g}+\frac{w_1^2}{2g}=Z_2+\frac{P_2}{\rho g}+\frac{w_2^2}{2g}+h_{пот}$ 3. $Z_1+\frac{P_1}{\rho g}+\frac{w_1^2}{2g}=Z_2+\frac{P_2}{\rho g}+\frac{w_2^2}{2g}$ 4. $Z_1+\frac{P_1}{\rho g}+\frac{w_1^2}{2g}=Z_2+\frac{P_2}{\rho g}+\frac{w_2^2}{2g}\quad h_{пот}$	2	Материальный и энергетический баланс потока	4
4.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ** Укажите, каким образом желательно установить насос при перекачивании горячих и вязких жидкостей (перекачивание производится из приемной емкости в напорную). 1. Выше уровня приемной емкости 2. Ниже уровня приемной емкости 3. На уровне приемной емкости 4. Установка насоса может быть любой	2	Транспорт жидкостей	5

<table>
<tr><th>№ задания</th><th>Содержание задания</th><th>Ключ к ответу</th><th>Наименование темы РПД</th><th>Семестр</th></tr>
<tr>
<td>5.</td>
<td>
Прочитайте текст вопроса и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите две позиции из правого столбца

В процессах теплопередачи теплоносители могут нагреваться, охлаждаться, конденсироваться, испаряться. Установите соответствие графика изменения температур теплоносителей вдоль поверхности теплообмена (на рисунках) и описания процесса (две позиции).

<table>
<tr><th>Графики</th><th>Описание процесса</th></tr>
<tr>
<td>А.
 
Б.
 
В.
  </td>
<td>1. Первый теплоноситель нагревается
2. Первый теплоноситель охлаждается
3. Первый теплоноситель конденсируется
4. Первый теплоноситель испаряется
5. Второй теплоноситель нагревается
6. Второй теплоноситель охлаждается
7. Второй теплоноситель конденсируется
8. Второй теплоноситель испаряется</td>
</tr>
</table>

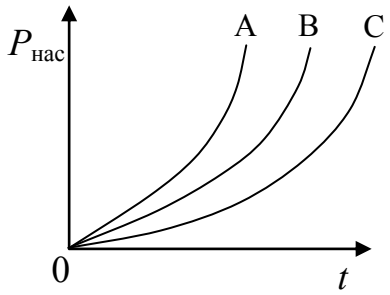
Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

<table>
<tr><th>А</th><th>Б</th><th>В</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><th>А</th><th>Б</th><th>В</th></tr>
<tr><td>3, 8</td><td>3, 5</td><td>2, 8</td></tr>
</table>
</td>
<td>Тепловые балансы</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>6.</td>
<td>
Прочитайте текст вопроса и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца

<table>
<tr><th>Параметр</th><th>Единица измерения</th></tr>
<tr>
<td>А. тепловой поток
Б. количество теплоты
В. удельная теплота фазового перехода
Г. удельная (массовая) теплоемкость
Д. температурный градиент</td>
<td>1. Дж/(кг · К)
2. Дж/кг
3. Вт
4. К/м
5. Дж
6. Па·с</td>
</tr>
</table>

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

<table>
<tr><th>А</th><th>Б</th><th>В</th><th>Г</th><th>Д</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><th>А</th><th>Б</th><th>В</th><th>Г</th><th>Д</th></tr>
<tr><td>3</td><td>5</td><td>2</td><td>1</td><td>4</td></tr>
</table>
</td>
<td>Основы теплопередачи</td>
<td>5</td>
</tr>
</table>

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
7.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ** В ректификационной колонне разделяется смесь воды и уксусной кислоты при среднем давлении близком к атмосферному. Укажите хладагент, который в этих условиях целесообразно использовать в дефлегматоре колонны. 1. Жидкий аммиак 2. Рассол (водный раствор хлорида натрия) 3. Жидкий пропан 4. Промышленная оборотная вода	4	Перегонка и ректификация	6
8.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ** Укажите уравнение, которое позволяет рассчитать количество (расход) продуктов непрерывной ректификации бинарной смеси. 1. Уравнение теплового баланса 2. Основное уравнение массопередачи 3. Уравнение материального баланса 4. Основное уравнение массоотдачи 5. Основное уравнение молекулярной диффузии	3	Перегонка и ректификация	6
9.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ** На рисунке приведены зависимости давления насыщенного пара $P_{нас}$ от температуры ($P_{общ}$ = const) для индивидуальных компонентов A, B, C. Укажите компонент, который имеет наименьшую температуру кипения  1. Компонент A 2. Компонент B 3. Компонент C	1	Перегонка и ректификация	6
10.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ** Укажите причину, в соответствие с которой обычной ректификацией смеси этанол-вода нельзя получить этиловый спирт с концентрацией более 95,6 % (мас.) или 89,4 % (мол.). 1. Смесь этанол-вода образует азеотроп 2. Для смеси этанол-вода характерно положительное отклонение от закона Рауля 3. Для смеси этанол-вода характерно отрицательное отклонение от закона Рауля	1	Перегонка и ректификация	6

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений				
11.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ** Укажите уравнение, по которому рассчитывается объемный расход потока *V*, движущегося по кольцевому каналу сечением *f*, с наружным диаметром $d_{нар}$ и внутренним диаметром $d_{вн}$? Длина канала *L*. Скорость потока *w*. 1. $V = L \cdot (d_{нар} + d_{вн}) \cdot w$ 2. $V = L \cdot f$ 3. $V = f \cdot w$ 4. $V = f \cdot (d_{нар} + d_{вн})$	3	Гидродинамика	4
12.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ** Укажите формулу, по которой рассчитываются потери напора на преодоление сил трения $h_{тр}$ (P_1 и P_2 – давления в двух точках трубопровода) 1. $h_{тр} = \lambda \frac{L}{d} \frac{w^2}{2g}$ 2. $h_{тр} = \frac{w^2}{2g}$ 3. $h_{тр} = \sum \xi_{м.с.i} \frac{w^2}{2g}$ 4. $h_{тр} = P_2 - P_1$	1	Материальный и энергетический баланс потока	4
13.	**Прочитайте текст вопроса и выберите два правильных ответа** Укажите устройства, использующиеся для определения объемного расхода потока, движущегося по трубопроводу. 1. Ротаметр 2. Манометр 3. Труба Вентури 4. Пьезометр	1, 3	Материальный и энергетический баланс потока	4
14.	**Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ** Манометр, установленный на линии нагнетания насосной установки, показывает давление $P_м$ = 2,1 кгс/см^2. Атмосферное давление составляет 760 мм рт. ст. Укажите абсолютное давление на линии нагнетания $P_н$, выраженное в единице измерения системы СИ. 1. $P_н$ = 210000 Па 2. $P_н$ = 1,1 кгс/см^2 3. $P_н$ = 3,133 кгс/см^2 4. $P_н$ = 307347,3 Па	4	Транспорт жидкостей	5

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
15.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ** Укажите верное соотношение между давлением на входе жидкости в насос $P_{вс}$ и давлением насыщенного пара перекачиваемой жидкости P_t при температуре перекачки для нормальной работы насоса. 1. $P_{вс} = P_t$ 2. $P_{вс} > P_t$ 3. $P_{вс} < P_t$ 4. $P_{вс} << P_t$	2	Транспорт жидкостей	5
16.	**Прочитайте текст вопроса и запишите развернутый ответ (решение)** Рассчитайте среднюю разность температур между теплоносителями для их противоточного движения вдоль поверхности теплообмена. Горячий теплоноситель охлаждается от начальной температуры $t_{н1}$ = 110 °С до конечной $t_{к1}$ = 60 °С. Холодный теплоноситель нагревается от начальной температуры $t_{н2}$ = 10 °С до конечной $t_{к2}$ = 40 °С.	Большая разность температур между теплоносителями $\Delta t_б = t_{н1} - t_{к2} =$ $= 110 - 40 = 70$ °С; меньшая разность температур между теплоносителями $\Delta t_м = t_{к1} - t_{н2} =$ $= 60 - 10 = 50$ °С Средняя разность температур между теплоносителями $\Delta t_{ср} = \frac{\Delta t_б - \Delta t_м}{\ln \frac{\Delta t_б}{\Delta t_м}} =$ $= \frac{70 - 50}{\ln \frac{70}{50}} = 59{,}4$ °С или Поскольку $\Delta t_б / \Delta t_м < 2$, $\Delta t_{ср} = (\Delta t_б + \Delta t_м) / 2 =$ $= (70 + 50) / 2 = 60$ °С	Расчет средней разности температур	5
17.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ** Значения коэффициентов теплоотдачи для первого и второго теплоносителей составляют α_1 = 2000 Вт/(м^2·К) и α_2 = 10000 Вт/(м^2·К) соответственно. Укажите неравенство, определяющее значение коэффициента теплопередачи K, если все другие термические сопротивления можно считать равными нулю 1. $K > 2000$ Вт/(м^2·К) 2. $2000 < K < 10000$ Вт/(м^2·К) 3. $K > 10000$ Вт/(м^2·К) 4. $K < 2000$ Вт/(м^2·К)	4	Теплопередача	5
18.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ** Укажите, как влияет на рабочую высоту абсорбера уменьшение удельного расхода абсорбента (при прочих равных условиях). 1. Увеличивает 2. Уменьшает 3. Не влияет	1	Абсорбция газов и паров	6

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
19.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ** В процессах абсорбции идеального газа равновесие описывается уравнением: $y^* = m \cdot x$, где y, x – молярные доли абсорбтива в газе и жидкости (абсорбенте) соответственно; m – коэффициент распределения (константа фазового равновесия). Укажите, как изменяется растворимость газа в жидкости при увеличении коэффициента распределения 1. Не изменяется 2. Уменьшается 3. Увеличивается	2	Абсорбция газов и паров	6
20.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ** В сырье, поступающем в ректификационную колонну, уменьшилось содержание низкокипящего компонента. Укажите, как изменится состав дистиллята, если все остальные параметры процесса останутся без изменения. 1. Концентрация низкокипящего компонента в дистилляте увеличится 2. Концентрация низкокипящего компонента в дистилляте останется без изменений 3. Концентрация низкокипящего компонента в дистилляте уменьшится	3	Перегонка и ректификация	6

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

При использовании накопительной системы оценки учебных достижений обучающихся преподаватель обязан учитывать результаты текущей успеваемости, отраженные в накопительной системе, при проведении промежуточной аттестации, а обучающиеся обязаны проходить все контрольные точки и выполнять в полном объеме рабочую программу дисциплины.

В накопительной системе используются оценки «неудовлетворительно» («2»), «удовлетворительно» («3»), «хорошо» («4»), «отлично» («5»). Успешному прохождению контрольной точки соответствуют оценки «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»; неуспешному – оценка «неудовлетворительно». Обучающиеся, прошедшие все обозначенные в накопительной системе контрольные точки, имеют право на зачет результатов накопительной системы в качестве результатов промежуточной аттестации. Оценка, полученная по результатам накопительной системы, может являться итоговой оценкой за экзамен, если обучающийся согласен с данной оценкой.

Критерии оценивания результатов текущей (коллоквиум) и промежуточной аттестации (экзамен, курсовой проект):

1. оценку «отлично» получает обучающийся

- показавший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала;
- умеющий свободно выполнять задания, предусмотренные РПД;
- умеющий оформлять текстовые документы в соответствии с нормативными требованиями
- имеющий развитый навык защищать результаты выполненной работы (делать доклад по теме работы, отвечать на заданные вопросы, вести диалог, отстаивать свое мнение).

2. оценку «хорошо» заслуживает обучающийся

- обнаруживший полное знание учебного материала;
- успешно выполняющий предусмотренные РПД задания;
- умеющий оформлять текстовые документы в соответствии с нормативными требованиями
- имеющий навык защищать результаты выполненной работы (делать доклад по теме работы, отвечать на заданные вопросы, вести диалог, отстаивать свое мнение);
- допускающий несущественные ошибки и недочеты при изложении материала и решении задач.

3. оценку «удовлетворительно» получает обучающийся

- обнаруживший знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшего обучения или предстоящей работы по профессии;
- справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных РПД;
- умеющий оформлять текстовые документы в соответствии с нормативными требованиями
- имеющий навык защищать результаты выполненной работы (делать доклад по теме работы, отвечать на заданные вопросы, вести диалог, отстаивать свое мнение);
- допускающий грубые ошибки и недочеты при изложении материала и решении задач.

4. оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся

- обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала;
- допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, предусмотренных РПД;

- не умеющему оформлять текстовые документы в соответствии с нормативными требованиями;

- не имеющему навыка защищать результаты выполненной работы (делать доклад по теме работы, отвечать на заданные вопросы, вести диалог, отстаивать свое мнение).

Схема и особенности проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – **Текущая аттестация по дисциплине**

Номер контрольной точки	Вид и номер занятия	Оценочное средство	Удельный вес контрольной точки, %	Примечание
6 семестр				
1	Лекция № 2	Конспект	45	Максимальная выставляемая в АИС оценка «3», соответствующая оценкам «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично». Обязательное условие – отражение в конспекте всех вопросов задания
2	Лекция № 2	Коллоквиум	55	Выставляемые оценки: «неудовлетворительно» («2»), «удовлетворительно» («3»), «хорошо» («4»), «отлично» («5»)
Итого за семестр			**100**	
7 семестр				
1	Лекция № 2	Конспект	45	Максимальная выставляемая в АИС оценка «3», соответствующая оценкам «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично». Обязательное условие – отражение в конспекте всех вопросов задания
2	Лекция № 2	Коллоквиум	55	Выставляемые оценки: «неудовлетворительно» («2»), «удовлетворительно» («3»), «хорошо» («4»), «отлично» («5»)
Итого за семестр			**100**	

Таблица 2 – **Промежуточная аттестация по дисциплине**

Семестр	Вид испытания	Срок проведения	Примечание
6	Экзамен	В сессию в соответствии с расписанием	При успешном прохождении всех контрольных точек оценка, полученная по результатам накопительной системы, может являться итоговой оценкой за экзамен, если обучающийся согласен с данной оценкой
7	Экзамен	В сессию в соответствии с расписанием	При успешном прохождении всех контрольных точек оценка, полученная по результатам накопительной системы, может являться итоговой оценкой за экзамен, если обучающийся согласен с данной оценкой
	Защита курсового проекта	До конца сессии в дни защиты, установленные руководителем проекта	Обязательное условие (допуск к защите) – наличие пояснительной записки и графической части, предварительно проверенной руководителем проекта на соответствие заданию и требованиям к оформлению, на корректность выполненных расчетов и подбора аппаратов. Защиту проекта принимает его руководитель, комиссия не формируется

В случае использования балльно-рейтинговой системы применяется следующая система проставления баллов и оценок (таблицы 3 и 4).

Таблица 3 – **Условия использования балльно-рейтинговой системы в текущей аттестации по дисциплине**

Номер контрольной точки	Вид и номер занятия	Оценочное средство	Количество баллов при успешном прохождении контрольной точки	Перевод баллов в оценки текущей аттестации
6 семестр				
1	Лекция № 2	Конспект	45	Максимальная выставляемая в АИС оценка «3», соответствующая оценкам «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично». Обязательное условие – отражение в конспекте всех вопросов задания
2	Лекция № 2	Коллоквиум	50-55	отлично («5»)
			40-49	хорошо («4»)
			25-39	удовлетворительно («3»)
			0-24	неудовлетворительно («2»)
Максимальное количество баллов			**100**	
7 семестр				
1	Лекция № 2	Конспект	45	Максимальная выставляемая в АИС оценка «3», соответствующая оценкам «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично». Обязательное условие – отражение в конспекте всех вопросов задания
2	Лекция № 2	Коллоквиум	50-55	отлично («5»)
			40-49	хорошо («4»)
			25-39	удовлетворительно («3»)
			0-24	неудовлетворительно («2»)
Максимальное количество баллов			**100**	

Таблица 4 – **Условия использования балльно-рейтинговой системы в промежуточной аттестации по дисциплине**

Семестр	Вид испытания	Срок проведения	Количество набранных баллов	Перевод баллов в оценки промежуточной аттестации*
6, 7	Экзамен	В сессию по расписанию	95-100	отлично («5»)
			85-94	хорошо («4»)
			70-84	удовлетворительно («3»)
			0-69	неудовлетворительно («2»)*

*** Примечание:** обязательное условие получения оценок «удовлетворительно» («3»), «хорошо» («4»), «отлично» («5») – успешное прохождение всех контрольных точек; иначе – ставится оценка неудовлетворительно («2»)

Для проверки достижения планируемых результатов обучения по дисциплине (освоения компетенций) проводится тестирование (тестовые задания представлены в соответствующем разделе рабочей программы). Правильный ответ на каждый вопрос оценивается в 5 баллов. В таблице 5 представлен перевод баллов, полученных обучающимися при тестировании, в оценки.

Таблица 5 – **Перевод баллов, полученных обучающимися при тестировании по компетенциям, в оценки**

Количество набранных баллов	Перевод баллов в оценки при тестировании
90-100	отлично («5»)
75-89	хорошо («4»)
55-74	удовлетворительно («3»)
0-54	неудовлетворительно («2»)