

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Заболотный Г.И.

Должность: Директор филиала

Дата подписания: 24.06.2023 10:18:53

Уникальный программный ключ:

476db7d4accb36ef8130172be235477473d63457266ce26b7e9e40f733b8b08

**МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Самарский государственный технический университет»**

(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор филиала ФГБОУ ВО  
"СамГТУ" в г. Новокуйбышевске

\_\_\_\_\_ / Г.И. Заболотный

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### Б1.Б.19 «Процессы и аппараты химической технологии»

<b>Код и направление подготовки (специальность)</b>	18.03.01 Химическая технология
<b>Направленность (профиль)</b>	Технология химических производств
<b>Квалификация</b>	Бакалавр
<b>Форма обучения</b>	Заочная
<b>Год начала подготовки</b>	2020
<b>Институт / факультет</b>	Кафедры филиала ФГБОУ ВО "СамГТУ" в г. Новокуйбышевске
<b>Выпускающая кафедра</b>	кафедра "Химия и химическая технология" (НФ-ХТ)
<b>Кафедра-разработчик</b>	кафедра "Химия и химическая технология" (НФ-ХТ)
<b>Объем дисциплины, ч. / з.е.</b>	504 / 14
<b>Форма контроля (промежуточная аттестация)</b>	Зачет с оценкой, Экзамен

## **Б1.Б.19 «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 № 1005 от 11.08.2016 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Доцент, кандидат химических  
наук

(должность, степень, ученое звание)

О.В Хабибрахманова

(ФИО)

Заведующий кафедрой

О.В. Хабибрахманова,  
кандидат химических наук

(ФИО, степень, ученое звание)

**СОГЛАСОВАНО:**

Председатель методического совета  
факультета / института (или учебно-  
методической комиссии)

(ФИО, степень, ученое звание)

Руководитель образовательной  
программы

О.В. Хабибрахманова,  
кандидат химических наук

(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 .....	8
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 .....	11
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий .....	12
4.1 Содержание лекционных занятий .....	12
4.2 Содержание лабораторных занятий .....	14
4.3 Содержание практических занятий .....	14
4.4. Содержание самостоятельной работы .....	15
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) .....	17
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения .....	18
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем .....	19
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) .....	19
9. Методические материалы .....	19
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) .....	21

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

Код и наименование компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК-1 способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	Знать основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры, дискретной математики, теории дифференциальных стандартные задачи уравнений, теории вероятностей и математической статистики; основные математические методы решения профессиональных задач; основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов
	Уметь применять математические методы при решении типовых профессиональных задач; применять знания о теоретических основах процессов химической технологии в профессиональной деятельности.
ОПК-2 готовностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы	Владеть методами математического анализа и моделирования процессов и аппаратов химической технологии
	Знать принципы классификации и номенклатуру процессов и аппаратов химической технологии; пространственно-временные закономерности, характерные для процессов химической технологии; физические и химические законы, используемые при проектировании и разработке технологических процессов и аппаратов химической технологии
	Уметь применять общие теоретические знания к конкретным химическим процессам и аппаратам; определять и рассчитывать основные физико-химические и термодинамические свойства жидкостей и газов; определять и рассчитывать гидродинамические характеристики движения жидкостей и газов; проводить расчёты основных характеристик различных тепловых процессов, включая тепловые нагрузки аппаратов, движущие силы процессов теплопередачи, коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи
ОПК-3 готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире	Владеть навыками подбора оборудования в зависимости от применяемых материалов и особенностей технологического процесса

	<p>Знать теоретические основы курса в объеме, необходимом для усвоения главных вопросов дисциплины; классификацию и назначение процессов химической технологии; номенклатуру и основные характеристики технологического оборудования химической технологии</p>
	<p>Уметь применять общие теоретические знания к конкретным химическим процессам; определять взаимосвязь физических и химических законов для понимания механизма проводимых технологических процессов</p>
Профессиональные компетенции	
ПК-11 способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса	<p>Владеть практическими навыками разработки технологических процессов и выборе аппаратного оформления для их проведения; методами устранения выявленных отклонений от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса</p>
	<p>Знать основные законы переноса теплоты и массы вещества; теорию гидромеханических и тепломассообменных процессов; принципиальное устройство аппаратов основных технологических процессов; методы расчета типовых процессов и аппаратов.</p>
	<p>Уметь выбирать технологические средства и технологии основных гидромеханических и тепломассообменных процессов; выполнять расчеты основных процессов и аппаратов; применять на практике методы расчета основных процессов; выполнять типовой проект тепло-массообменного аппарата; - выявлять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса выполнять типовой проект тепло-массообменного аппарата; выявлять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса</p>
ПК-16 способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<p>Владеть практическими навыками применения методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при разработке проектов процессов и аппаратов химической технологии</p>
	<p>Знать номенклатуру проводимых физических и химических экспериментов; правила проведения экспериментов для осуществления профессиональной деятельности</p>
	<p>Уметь проводить обработку результатов проведенных физических и химических экспериментов; устанавливать границы применения полученных результатов в соответствии с конкретными условиями проведения технологического процесса или использования технологического оборудования</p>

ПК-20 готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	Владеть практическими навыками применения передового мирового опыта при осуществлении профессиональной деятельности
	Знать номенклатуру научно-технической информации по химической технологии, основным процессам и аппаратам
	Уметь использовать отечественный и зарубежный опыт при разработке и проектировании процессов и аппаратов химической технологии; пользоваться научно-технической информацией при осуществлении проектных и расчетных работ
ПК-21 готовностью разрабатывать проекты в составе авторского коллектива	Владеть навыками применения полученных знаний для решения практических задач и проектирования химических производств
	Знать теоретические основы процессов химической технологии, принцип действия и основные конструкции аппаратов для проведения физико-химических процессов, понимать механизм протекания основных химико-технологических процессов; этапы проектирования химико-технологических процессов и технологического оборудования
	Уметь определять оптимальные параметры режима протекающих процессов и рассчитывать основные размеры соответствующих аппаратов и уметь обосновывать выбор основного химико-технологического оборудования; работать в команде
ПК-22 готовностью использовать информационные технологии при разработке проектов	Владеть практическими навыками разработки проектов с использованием современных информационных технологий
	Знать современные информационные технологии, используемые при разработке проектов химической технологии
	Уметь работать с программными средствами расчётов общего назначения; использовать и применять на практике наиболее известные операционные системы для оформления и редактирования текстовых документов; использовать различные графические редакторы для построения графиков, изображений и чертежей
ПК-23 способностью проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива	Владеть практическими навыками разработки проектов с использованием автоматизированных систем технологической подготовки в составе авторского коллектива
	Знать стадии проектирования технологических процессов; требования к содержанию проектов технологических процессов химического производства; принципы построения автоматизированных систем технологической подготовки производства
	Уметь выполнять проекты на технологические процессы химических производств с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства

ПК-4 способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	Владеть навыками проектирования типовых аппаратов химической промышленности; методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования
	Знать устройство и принципы работы оборудования, а также методы повышения производительности и интенсификации технологических процессов
	Уметь принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения
ПК-7 способностью проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта	Владеть практическими навыками анализа режима работы оборудования; практическими навыками проведения осмотров, ремонтов и диагностики оборудования.
	Знать основные параметры, характеризующие техническое состояние технологического оборудования; систему планово-предупредительных ремонтов технологического оборудования
	Уметь проводить плановые и внеплановые осмотры технологического оборудования; проводить подготовку технологического оборудования к ремонтам различного назначения; принимать оборудование из ремонта
ПК-8 готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования	Владеть практическими навыками анализа режима работы технологического оборудования и правилами ввода оборудования в эксплуатацию
	Знать основное оборудование и направления модернизации и реконструкции химических производств; основные правила введения в эксплуатацию вновь вводимого оборудования
	Уметь определять оптимальные параметры ввода технологического оборудования в эксплуатацию; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса
ПК-9 способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования	Владеть практическими навыками подбора технологического оборудования в зависимости от конкретных условий эксплуатации; навыками анализа технической документации по химико-технологическому оборудованию; навыками составления дефектных ведомостей на ремонт оборудования
	Знать основные виды технической документации на технологическое оборудование; правила подбора технологического оборудования
	Уметь проводить анализ технической документации; оформлять заявки на приобретение и ремонт оборудования

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

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

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ОПК-1	Аналитическая химия; Высшая математика; Инженерная и компьютерная графика; Общая и неорганическая химия; Общая химическая технология; Прикладная механика; Система управления химико-технологическими процессами; Физика; Электротехника и промышленная электроника	Газохимия; Коллоидная химия; Органическая химия; Техническая термодинамика и теплотехника; Физическая химия; Химия нефти и газа	Государственная итоговая аттестация (защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты); Материальные и тепловые расчеты в химической технологии
ОПК-2	Аналитическая химия; Общая и неорганическая химия; Прикладная механика; Система управления химико-технологическими процессами; Физика; Электротехника и промышленная электроника	Газохимия; Коллоидная химия; Органическая химия; Промышленная экология; Техническая термодинамика и теплотехника; Физическая химия; Химическое сопротивление материалов и защиты от коррозии	Государственная итоговая аттестация (защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты); Химические реакторы
ОПК-3	Аналитическая химия; Общая и неорганическая химия; Прикладная механика; Система управления химико-технологическими процессами	Газохимия; Коллоидная химия; Органическая химия; Промышленная экология; Физическая химия; Химическое сопротивление материалов и защиты от коррозии; Химия нефти и газа	Государственная итоговая аттестация (защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты); Инструментальные методы химического анализа
ПК-11	Основы технического регулирования и управления качеством	Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности	Государственная итоговая аттестация (защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты); Материальные и тепловые расчеты в химической технологии; Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности; Химические реакторы
ПК-16	Высшая математика; Система управления химико-технологическими процессами; Электротехника и промышленная электроника	Коллоидная химия; Физическая химия	Государственная итоговая аттестация (защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты); Инструментальные методы химического анализа; Материальные и тепловые расчеты в химической технологии; Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности;



ПК-20	Научно-исследовательская работа; Основы технического регулирования и управления качеством	Иностранный язык профессионального общения; Основы экономики и управления производством; Проектирование деталей, машин и аппаратов; Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности	Государственная итоговая аттестация (защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты); Катализ в нефтепереработке; Основы гомогенного и гетерогенного катализа в нефтехимии; Основы проектирования и оборудование химических производств; Основы химии и технологии высокомолекулярных соединений; Основы химии и технологии поверхностно-активных веществ; Поиск научной информации; Производственная практика: преддипломная практика; Теория и технология химических процессов органического и нефтехимического синтеза; Теория и технология химических процессов природных энергоносителей и углеродных материалов; Технология глубокой переработки нефти; Технология нефтехимического синтеза; Физико-химические методы анализа продуктов нефтехимии; Физико-химические методы анализа товарных нефтепродуктов
ПК-21		Проектирование деталей, машин и аппаратов	Государственная итоговая аттестация (защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты); Основы проектирования и оборудование химических производств; Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности;

ПК-22	Информационные технологии	Информационные технологии; Проектирование деталей, машин и аппаратов	Государственная итоговая аттестация (защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты); Основы проектирования и оборудование химических производств; Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности;; Производственная практика: преддипломная практика
ПК-23		Проектирование деталей, машин и аппаратов	Государственная итоговая аттестация (защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты); Основы проектирования и оборудование химических производств
ПК-4		Промышленная экология; Химическое сопротивление материалов и защиты от коррозии	Государственная итоговая аттестация (защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты); Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности;; Теория и технология химических производств; Технология глубокой переработки нефти; Технология нефтехимического синтеза; Физико-химические методы анализа продуктов нефтехимии; Физико-химические методы анализа товарных нефтепродуктов; Химические реакторы
ПК-7			Государственная итоговая аттестация (защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты); Основы проектирования и оборудование химических производств; Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности;

ПК-8			Государственная итоговая аттестация (защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты); Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности;; Технология и оборудование нефтеперерабатывающих производств; Технология и оборудование производств органического синтеза; Химические реакторы
ПК-9			Государственная итоговая аттестация (защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты); Основы проектирования и оборудование химических производств; Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности;; Технология и оборудование нефтеперерабатывающих производств; Технология и оборудование производств органического синтеза

**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	4 семестр часов / часов в электронной форме	5 семестр часов / часов в электронной форме	6 семестр часов / часов в электронной форме
<b>Аудиторная контактная работа (всего),</b> в том числе:	22	12	6	4
Лабораторные работы	6	4	2	0
Лекции	8	4	4	0
Практические занятия	8	4	0	4
<b>Самостоятельная работа (всего),</b> в том числе:	462	238	102	122
подготовка к зачету	16	8	8	0

подготовка к лабораторным работам	12	8	4	0
подготовка к практическим занятиям	16	8	0	8
составление конспектов	366	214	90	62
выполнение курсовых проектов	40	0	0	40
подготовка к экзамену	12	0	0	12
<b>Контроль</b>	20	2	0	18
<b>Итого: час</b>	504	252	108	144
<b>Итого: з.е.</b>	14	7	3	4

#### 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	Основные закономерности процессов и общие принципы расчета аппаратов химической технологии	2	0	0	78	80
2	Гидромеханические процессы и аппараты	2	4	4	84	94
3	Механические процессы	0	0	0	76	76
4	Тепловые процессы и аппараты	2	2	0	46	50
5	Процессы разделения неоднородных систем	0	0	0	46	46
6	Массообменные процессы и аппараты	2	0	4	48	54
7	Современные проблемы в области процессов и аппаратов в химической и нефтехимической промышленности	0	0	0	44	44
8	Выполнение курсового проекта	0	0	0	40	40
	<b>Контроль</b>	0	0	0	0	20
	<b>Итого</b>	8	6	8	462	504

#### 4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
<b>4 семестр</b>				

1	Основные закономерности процессов и общие принципы расчета аппаратов химической технологии	Основные положения науки о процессах и аппаратах	Основные положения науки о процессах и аппаратах. Классификация основных процессов и аппаратов химической технологии. Общие принципы расчета химических аппаратов и машин: статика процессов (законы равновесия), материальный и энергетический балансы, кинетические параметры, основные размеры аппаратов. Современные методы анализа и моделирования процессов. Понятие о математическом моделировании. Критерии оптимальности процесса. Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов.	2
2	Гидромеханические процессы и аппараты	Основы гидравлики	Основы гидравлики. Классификация сил, действующих на жидкость. Капельные и упругие жидкости. Идеальная и реальная жидкость. Гидродинамические режимы течения жидкостей. Критерий Рейнольдса. Гидродинамика двухфазных потоков. Псевдооживление. Гидродинамические основы процесса псевдооживления. Параметры, характеризующие псевдооживленный слой. Основные уравнения гидродинамики: дифференциальные уравнения неразрывности потока и движения жидкости Навье-Стокса и Эйлера, их практическое применение в вопросах гидродинамики. Транспортирование жидкостей и газов.	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>4</b>
<b>5 семестр</b>				
3	Тепловые процессы и аппараты	Теоретические основы теплообменных процессов	Теоретические основы теплообменных процессов. Коэффициент теплоотдачи. Уравнение Фурье-Кирхгофа. Теплообмен между жидкостью (газом) и поверхностью. Представление решения уравнения переноса теплоты в критериальной форме. Теплоотдача с изменением агрегатного состояния теплоносителя. Кипение жидкостей. Конденсация пара. Основы переноса теплоты излучением. Теплоотдача при одновременном действии механизмов конвекции и излучения. Методы интенсификации процессов теплоотдачи. Расчет основных и оптимальных режимов работы теплообменников при их проектировании. Использование моделирующей системы UniSim Design для исследования и оптимизации теплообменных процессов	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>2</b>
<b>6 семестр</b>				

4	Массообменные процессы и аппараты	Процессы массопереноса в химической технологии	Значение процессов массопереноса в химической технологии процессов массопереноса, классификация процессов с участием газовой, жидкой и твердой фаз (массообменные процессы со свободной и фиксированной границами раздела фаз): абсорбция (десорбция), адсорбция, дистилляция, экстракция, кристаллизация, сушка. Основные законы межфазового равновесия. Кинетика процессов массопереноса	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>2</b>
<b>Итого:</b>				<b>8</b>

#### 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
<b>4 семестр</b>				
1	Гидромеханические процессы и аппараты	Гидравлическое сопротивление сети	Определение гидравлического сопротивления сети	2
2	Гидромеханические процессы и аппараты	Гидравлическое сопротивление сети	Определение гидравлического сопротивления сети	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>4</b>
<b>5 семестр</b>				
3	Тепловые процессы и аппараты	Процесс теплообмена	Изучение процесса теплообмена в теплообменнике «труба в трубе»	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>2</b>
<b>Итого:</b>				<b>6</b>

#### 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
<b>4 семестр</b>				
1	Гидромеханические процессы и аппараты	Определение режима течения воды	Определение режима течения воды в цилиндрической трубе круглого сечения	2
2	Гидромеханические процессы и аппараты	Определение режима течения воды	Определение режима течения воды в цилиндрической трубе круглого сечения	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>4</b>

<b>6 семестр</b>				
3	Массообменные процессы и аппараты	Моделирование массообменных процессов	Моделирование массообменных процессов в программной среде UniSim Design	2
4	Массообменные процессы и аппараты	Моделирование массообменных процессов	Моделирование массообменных процессов в программной среде UniSim Design	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>4</b>
<b>Итого:</b>				<b>8</b>

#### 4.4. Содержание самостоятельной работы

<b>Наименование раздела</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Содержание самостоятельной работы</b> (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	<b>Количество часов</b>
<b>4 семестр</b>			
Основные закономерности процессов и общие принципы расчета аппаратов химической технологии	Самостоятельное изучение материала (конспектирование основной и дополнительной литературы)	Краткий исторический очерк процессов и аппаратов химической промышленности. Классификация аппаратов химической технологии. Основные технические характеристики аппаратов химической технологии. Основные закономерности работы аппаратов. Подготовка к зачету по вопросам раздела	78
Гидромеханические процессы и аппараты	Самостоятельное изучение материала (конспектирование основной и дополнительной литературы)	Определение основных размеров аппаратов для проведения гидромеханических процессов. Некоторые физические свойства жидкостей. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Скорость и расход жидкости. Объемное расширение капельных жидкостей. Гидродинамическое подобие. Основные критерии гидродинамического подобия. Критериальные уравнения. Подготовка к зачету по вопросам раздела	76
Гидромеханические процессы и аппараты	Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам	Изучение теоретического материала по теме проведения практического занятия или лабораторной работы, оформление отчета	8
Механические процессы	Самостоятельное изучение материала (конспектирование основной и дополнительной литературы)	Основные конструкции и область применения вращающихся механических мешалок. Циркуляционное перемешивание. Пневматическое перемешивание. Основные конструкции фильтров. Подготовка к зачету по вопросам раздела	76
<b>Итого за семестр:</b>			<b>238</b>

<b>5 семестр</b>			
Тепловые процессы и аппараты	Самостоятельное изучение материала (конспектирование основной и дополнительной литературы)	Основы теплопередачи. Температурное поле и температурный градиент. Тепловой поток. Теплопроводность. Закон Фурье. Конвекция. Закон Ньютона. Конвективный теплообмен. Основные критерии подобия, входящие в критериальные уравнения конвективной теплоотдачи. Теплообмен при вынужденной конвекции. Теплоотдача в прямых трубах и каналах. Теплоотдача при продольном омывании пучка труб. Теплоотдача при поперечном обтекании труб. Теплоотдача в аппаратах с мешалкой. Подготовка к зачет по вопросам раздела	42
Тепловые процессы и аппараты	Подготовка к лабораторным работам	Изучение теоретического материала по теме проведения лабораторной работы, оформление отчета	4
Процессы разделения неоднородных систем	Самостоятельное изучение материала (конспектирование основной и дополнительной литературы)	Циклонные процессы. Центрифугирование. Конструкции и принцип действия фильтрующих центрифуг. Отстойные (осадительные) центрифуги. Гравитационное разделение аэрозолей. Полые скрубберы. Подготовка к зачету по вопросам раздела Насадочные скрубберы. Скрубберы с подвижной насадкой	46
<b>Итого за семестр:</b>			<b>92</b>
<b>6 семестр</b>			
Массообменные процессы и аппараты	Самостоятельное изучение материала (конспектирование основной и дополнительной литературы)	Абсорбция, жидкостная экстракция, десорбция. Материальный баланс. Расчет числа теоретических ступеней. Расход абсорбента, экстрагента, десорбирующего газа. Выбор диаметра противоточных колонн. Расчет высоты аппаратов с непрерывным контактом фаз. Расчет числа ступеней в аппаратах со ступенчатым контактом фаз. Непрерывная ректификация бинарных систем	44
Массообменные процессы и аппараты	Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического материала по теме проведения практического занятия, оформление отчета	4
Современные проблемы в области процессов и аппаратов в химической и нефтехимической промышленности	Самостоятельное изучение материала (конспектирование основной и дополнительной литературы)	Современное состояние химической и нефтехимической промышленности в Российской Федерации. Перспективные химические процессы. Основные технико-экономические особенности химической отрасли. Тенденции современной мировой нефтехимической индустрии.	32



Выполнение курсового проекта	Курсовое проектирование	Выполнение курсового проекта по индивидуальному заданию	40
Современные проблемы в области процессов и аппаратов в химической и нефтехимической промышленности	Подготовка к экзамену	Подготовка к экзамену по экзаменационным вопросам	12
<b>Итого за семестр:</b>			<b>132</b>
<b>Итого:</b>			<b>462</b>

### 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	Измайлов, В.Д. Примеры и задания по процессам и аппаратам нефтегазопереработки и нефтехимии : учеб.-метод. пособие / В. Д. Измайлов, Н. Е. Чернышова; Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология.- Самара, 2015.- 99 с.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 2545">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 2545</a>	Электронный ресурс
2	Изучение процессов и аппаратов нефтехимической отрасли с применением учебных динамических компьютерных моделей; Омский государственный технический <b>университет</b> , 2015.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 58089">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 58089</a>	Электронный ресурс
3	Примеры и задания по процессам и аппаратам нефтегазопереработки и нефтехимии; Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 91784">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 91784</a>	Электронный ресурс
4	Процессы и аппараты (основы механики жидкости и газа); Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2018.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 76435">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 76435</a>	Электронный ресурс
5	Процессы и аппараты химической технологии. Часть 1; Белгородский государственный технологический <b>университет</b> им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 80521">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 80521</a>	Электронный ресурс
6	Процессы и аппараты химической технологии; Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 62571">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 62571</a>	Электронный ресурс
7	Процессы и аппараты химической технологии; Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 75637">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 75637</a>	Электронный ресурс
Дополнительная литература		

8	Гидравлическое сопротивление сети : метод.указания к лаб.работе по курсу "Процессы и аппараты хим.технологии" / Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология; сост. В. В. Филиппов.- Самара, 2013.- 21 с.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 1919">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 1919</a>	Электронный ресурс
9	Изучение процесса теплообмена в теплообменнике «труба в трубе» : метод.указания к лаб. работе по дисциплине«Процессы и аппараты химич. технологии» / Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология; сост. В. В. Филиппов.- Самара, 2013.- 23 с.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 1917">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 1917</a>	Электронный ресурс
10	Основные процессы и аппараты химической технологии: метод. указ. к самост. раб. : метод.указания к самостоят.работе / Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология; сост.: А. А. Скороход, А. Ю. Чуркина.- Самара, 2010.- 28 с.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 559">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 559</a>	Электронный ресурс
11	Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии : метод. указания / Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология; сост.: В. Д. Измайлов, Н. Е. Чернышова.- Самара, 2009.- 39 с.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 445">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 445</a>	Электронный ресурс
12	Филиппов, В.В. Гидравлическое сопротивление сети : метод. указания к выполнению курсовой работы (4 семестр) по " Процессам и аппаратам химической технологии" / В. В. Филиппов; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2017.- 36 с.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 2697">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 2697</a>	Электронный ресурс

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ ([elib.samgtu.ru](http://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.

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование</b>	<b>Производитель</b>	<b>Способ распространения</b>
1	Microsoft Windows 8.1 Professional операционная система	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
2	Microsoft Office 2013	Microsoft Office 2013 (Зарубежный)	Лицензионное
3	Антивирус Kaspersky EndPoint Security	«Лаборатории Касперского» (Отечественный)	Лицензионное
4	Программное обеспечение «Антиплагиат.Эксперт»	Программное обеспечение «Антиплагиат.Эксперт» (Отечественный)	Лицензионное

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

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	РОСПАТЕНТ	<a href="http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru">http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru</a>	Ресурсы открытого доступа
2	Консультант плюс	<a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>	Ресурсы открытого доступа
3	Нефтепереработка и нефтехимия. Электронная библиотека.	<a href="http://oilr.ru/">http://oilr.ru/</a>	Ресурсы открытого доступа
4	Scopus - база данных рефератов и цитирования	<a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a>	Зарубежные базы данных ограниченного доступа

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

### Лекционные занятия

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории, набор демонстрационного оборудования: экран, проектор, переносной ноутбук.

Набор учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин: комплект плакатов «Химия» 560x800 мм.

Специализированная мебель: 27 ученических парт, стол и стул для преподавателя, тумба, доска.

### Практические занятия

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории, набор демонстрационного оборудования: экран, проектор, переносной ноутбук.

Набор учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин: комплект плакатов «Химия» 560x800 мм.

Специализированная мебель: 14 ученических столов, 28 ученических стульев, стол и стул для преподавателя, доска.

### Лабораторные занятия

Лаборатория «Процессы и аппараты химической технологии».

Лаборатория оснащена оборудованием: установками: "Гидравлическое сопротивление сети", "Испытание центробежного насоса", "Изучение теплообмена в теплообменнике "труба в трубе", "Изучение процесса ректификации бинарной смеси".

### Самостоятельная работа

Помещение для самостоятельной работы оснащено компьютерной техникой, с возможностью подключения к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду СамГТУ и специализированной мебелью.

## 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 закреплён 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 завершённой. 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.Б.19 «Процессы и аппараты химической  
технологии»

**Фонд оценочных средств  
по дисциплине  
Б1.Б.19 «Процессы и аппараты химической технологии»**

<b>Код и направление подготовки (специальность)</b>	18.03.01 Химическая технология
<b>Направленность (профиль)</b>	Технология химических производств
<b>Квалификация</b>	Бакалавр
<b>Форма обучения</b>	Заочная
<b>Год начала подготовки</b>	2020
<b>Институт / факультет</b>	Кафедры филиала ФГБОУ ВО "СамГТУ" в г. Новокуйбышевске
<b>Выпускающая кафедра</b>	кафедра "Химия и химическая технология" (НФ-ХТ)
<b>Кафедра-разработчик</b>	кафедра "Химия и химическая технология" (НФ-ХТ)
<b>Объем дисциплины, ч. / з.е.</b>	504 / 14
<b>Форма контроля (промежуточная аттестация)</b>	Зачет с оценкой, Экзамен

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

Код и наименование компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК-1 способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	Знать основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры, дискретной математики, теории дифференциальных стандартные задачи уравнений, теории вероятностей и математической статистики; основные математические методы решения профессиональных задач; основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов
	Уметь применять математические методы при решении типовых профессиональных задач; применять знания о теоретических основах процессов химической технологии в профессиональной деятельности.
ОПК-2 готовностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы	Владеть методами математического анализа и моделирования процессов и аппаратов химической технологии
	Знать принципы классификации и номенклатуру процессов и аппаратов химической технологии; пространственно-временные закономерности, характерные для процессов химической технологии; физические и химические законы, используемые при проектировании и разработке технологических процессов и аппаратов химической технологии
	Уметь применять общие теоретические знания к конкретным химическим процессам и аппаратам; определять и рассчитывать основные физико-химические и термодинамические свойства жидкостей и газов; определять и рассчитывать гидродинамические характеристики движения жидкостей и газов; проводить расчёты основных характеристик различных тепловых процессов, включая тепловые нагрузки аппаратов, движущие силы процессов теплопередачи, коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи
ОПК-3 готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире	Владеть навыками подбора оборудования в зависимости от применяемых материалов и особенностей технологического процесса

	<p>Знать теоретические основы курса в объеме, необходимом для усвоения главных вопросов дисциплины; классификацию и назначение процессов химической технологии; номенклатуру и основные характеристики технологического оборудования химической технологии</p>
	<p>Уметь применять общие теоретические знания к конкретным химическим процессам; определять взаимосвязь физических и химических законов для понимания механизма проводимых технологических процессов</p>
Профессиональные компетенции	
ПК-11 способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса	<p>Владеть практическими навыками разработки технологических процессов и выборе аппаратного оформления для их проведения; методами устранения выявленных отклонений от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса</p>
	<p>Знать основные законы переноса теплоты и массы вещества; теорию гидромеханических и тепломассообменных процессов; принципиальное устройство аппаратов основных технологических процессов; методы расчета типовых процессов и аппаратов.</p>
	<p>Уметь выбирать технологические средства и технологии основных гидромеханических и тепломассообменных процессов; выполнять расчеты основных процессов и аппаратов; применять на практике методы расчета основных процессов; выполнять типовой проект тепло-массообменного аппарата; - выявлять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса выполнять типовой проект тепло-массообменного аппарата; выявлять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса</p>
ПК-16 способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<p>Владеть практическими навыками применения методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при разработке проектов процессов и аппаратов химической технологии</p>
	<p>Знать номенклатуру проводимых физических и химических экспериментов; правила проведения экспериментов для осуществления профессиональной деятельности</p>
	<p>Уметь проводить обработку результатов проведенных физических и химических экспериментов; устанавливать границы применения полученных результатов в соответствии с конкретными условиями проведения технологического процесса или использования технологического оборудования</p>



ПК-20 готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	Владеть практическими навыками применения передового мирового опыта при осуществлении профессиональной деятельности
	Знать номенклатуру научно-технической информации по химической технологии, основным процессам и аппаратам
	Уметь использовать отечественный и зарубежный опыт при разработке и проектировании процессов и аппаратов химической технологии; пользоваться научно-технической информацией при осуществлении проектных и расчетных работ
ПК-21 готовностью разрабатывать проекты в составе авторского коллектива	Владеть навыками применения полученных знаний для решения практических задач и проектирования химических производств
	Знать теоретические основы процессов химической технологии, принцип действия и основные конструкции аппаратов для проведения физико-химических процессов, понимать механизм протекания основных химико-технологических процессов; этапы проектирования химико-технологических процессов и технологического оборудования
	Уметь определять оптимальные параметры режима протекающих процессов и рассчитывать основные размеры соответствующих аппаратов и уметь обосновывать выбор основного химико-технологического оборудования; работать в команде
ПК-22 готовностью использовать информационные технологии при разработке проектов	Владеть практическими навыками разработки проектов с использованием современных информационных технологий
	Знать современные информационные технологии, используемые при разработке проектов химической технологии
	Уметь работать с программными средствами расчётов общего назначения; использовать и применять на практике наиболее известные операционные системы для оформления и редактирования текстовых документов; использовать различные графические редакторы для построения графиков, изображений и чертежей
ПК-23 способностью проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива	Владеть практическими навыками разработки проектов с использованием автоматизированных систем технологической подготовки в составе авторского коллектива
	Знать стадии проектирования технологических процессов; требования к содержанию проектов технологических процессов химического производства; принципы построения автоматизированных систем технологической подготовки производства
	Уметь выполнять проекты на технологические процессы химических производств с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства

ПК-4 способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	Владеть навыками проектирования типовых аппаратов химической промышленности; методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования
	Знать устройство и принципы работы оборудования, а также методы повышения производительности и интенсификации технологических процессов
	Уметь принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения
ПК-7 способностью проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта	Владеть практическими навыками анализа режима работы оборудования; практическими навыками проведения осмотров, ремонтов и диагностики оборудования.
	Знать основные параметры, характеризующие техническое состояние технологического оборудования; систему планово-предупредительных ремонтов технологического оборудования
	Уметь проводить плановые и внеплановые осмотры технологического оборудования; проводить подготовку технологического оборудования к ремонтам различного назначения; принимать оборудование из ремонта
ПК-8 готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования	Владеть практическими навыками анализа режима работы технологического оборудования и правилами ввода оборудования в эксплуатацию
	Знать основное оборудование и направления модернизации и реконструкции химических производств; основные правила введения в эксплуатацию вновь вводимого оборудования
	Уметь определять оптимальные параметры ввода технологического оборудования в эксплуатацию; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса
ПК-9 способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования	Владеть практическими навыками подбора технологического оборудования в зависимости от конкретных условий эксплуатации; навыками анализа технической документации по химико-технологическому оборудованию; навыками составления дефектных ведомостей на ремонт оборудования
	Знать основные виды технической документации на технологическое оборудование; правила подбора технологического оборудования
	Уметь проводить анализ технической документации; оформлять заявки на приобретение и ремонт оборудования

## Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Компетенции	Оценочные средства			
	Текущий контроль			Промежуточный контроль (зачет)
	Оценочное средство 1 (практические занятия)	Оценочное средство 2 (лабораторные работы)	Оценочное средство 3 (курсовой проект)	
ОПК-1	39 (ОПК-1) У9 (ОПК-1) В9 (ОПК-1)	39 (ОПК-1) У9 (ОПК-1) В9 (ОПК-1)	39 (ОПК-1) У9 (ОПК-1) В9 (ОПК-1)	39 (ОПК-1) У9 (ОПК-1) В9 (ОПК-1)
ОПК-2	37 (ОПК-2) У7 (ОПК-2) В7 (ОПК-2)	37 (ОПК-2) У7 (ОПК-2) В7 (ОПК-2)	37 (ОПК-2) У7 (ОПК-2) В7 (ОПК-2)	37 (ОПК-2) У7 (ОПК-2) В7 (ОПК-2)
ОПК-3	37 (ОПК-3) У7 (ОПК-3) В7 (ОПК-3)	37 (ОПК-3) У7 (ОПК-3) В7 (ОПК-3)	37 (ОПК-3) У7 (ОПК-3) В7 (ОПК-3)	37 (ОПК-3) У7 (ОПК-3) В7 (ОПК-3)
ПК-4	31 (ПК-4) У1 (ПК-4) В1 (ПК-4)	31 (ПК-4) У1 (ПК-4) В1 (ПК-4)	31 (ПК-4) У1 (ПК-4) В1 (ПК-4)	31 (ПК-4) У1 (ПК-4) В1 (ПК-4)
ПК-7	31 (ПК-7) У1 (ПК-7)	31 (ПК-7) У1 (ПК-7) В1 (ПК-7)	31 (ПК-7) У1 (ПК-7) В1 (ПК-7)	31 (ПК-7) У1 (ПК-7) В1 (ПК-7)
ПК-8	31 (ПК-8) У1 (ПК-8) В1 (ПК-8)	31 (ПК-8) У1 (ПК-8) В1 (ПК-8)	31 (ПК-8) У1 (ПК-8) В1 (ПК-8)	31 (ПК-8) У1 (ПК-8) В1 (ПК-8)
ПК-9	31 (ПК-9) У1 (ПК-9)	31 (ПК-9) У1 (ПК-9) В1 (ПК-9)	31 (ПК-9) У1 (ПК-9) В1 (ПК-9)	31 (ПК-9) У1 (ПК-9) В1 (ПК-9)
ПК-11	31 (ПК-11) У1 (ПК-11) В1 (ПК-11)	31 (ПК-11) У1 (ПК-11) В1 (ПК-11)	31 (ПК-11) У1 (ПК-11) В1 (ПК-11)	31 (ПК-11) У1 (ПК-11) В1 (ПК-11)
ПК-16	33 (ПК-16) У3 (ПК-16)	33 (ПК-16) У3 (ПК-16) В3 (ПК-16)	33 (ПК-16) У3 (ПК-16) В3 (ПК-16)	33 (ПК-16) У3 (ПК-16) В3 (ПК-16)
ПК-20	32 (ПК-20) У2 (ПК-20) В2 (ПК-20)	32 (ПК-20) У2 (ПК-20) В2 (ПК-20)	32 (ПК-20) У2 (ПК-20) В2 (ПК-20)	32 (ПК-20) У2 (ПК-20) В2 (ПК-20)
ПК-21	31 (ПК-21) У1 (ПК-21)	31 (ПК-21) У1 (ПК-21) В1 (ПК-21)	31 (ПК-21) У1 (ПК-21) В1 (ПК-21)	31 (ПК-21) У1 (ПК-21) В1 (ПК-21)
ПК-22	32 (ПК-22) У2 (ПК-22) В2 (ПК-22)	32 (ПК-22) У2 (ПК-22) В2 (ПК-22)	32 (ПК-22) У2 (ПК-22) В2 (ПК-22)	32 (ПК-22) У2 (ПК-22) В2 (ПК-22)
ПК-23	31 (ПК-23) У1 (ПК-23)	31 (ПК-23) У1 (ПК-23) В1 (ПК-23)	31 (ПК-23) У1 (ПК-23) В1 (ПК-23)	31 (ПК-23) У1 (ПК-23) В1 (ПК-23)

### Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций (промежуточного контроля)

На этапе промежуточной аттестации используется система оценки успеваемости обучающихся, которая позволяет преподавателю оценить сформированность планируемых результатов обучения (дескрипторов), а также уровень освоения материала обучающимися.

**Форма оценки знаний (зачет):** «Зачет»; «Незачет».

### **Шкала оценивания:**

**«Зачет»** – выставляется, если сформированность заявленных образовательных результатов компетенций оценивается не ниже «удовлетворительно» при условии отсутствия критерия «неудовлетворительно». Выставляется, когда обучающийся показывает хорошие знания изученного учебного материала; самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса; полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса; владеет основными терминами и понятиями изученного курса; показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт.

**«Незачет»** – выставляется, если при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

**Форма оценки знаний (зачет с оценкой, экзамен):** оценка - 5 «отлично»; 4 «хорошо»; 3 «удовлетворительно»; 2 «неудовлетворительно».

### **Шкала оценивания:**

**«Отлично»** – выставляется, если сформированность заявленных образовательных результатов компетенций оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно»: студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций;

**«Хорошо»** – выставляется, если сформированность заявленных образовательных результатов компетенций оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно», допускается оценка «удовлетворительно»: обучающийся показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций;

**«Удовлетворительно»** – выставляется, если сформированность заявленных образовательных результатов компетенций оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: обучающийся показал знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой;

**«Неудовлетворительно»** – выставляется, если при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

Ответы и решения обучающихся оцениваются по следующим общим критериям: распознавание проблем; определение значимой информации; анализ проблем; аргументированность; использование стратегий; творческий подход; выводы; общая грамотность. Обучающиеся обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем. Оценка «Удовлетворительно» по дисциплине, может выставляться и при неполной сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных дисциплин.

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Перечень вопросов для промежуточной аттестации**

**Примерный перечень вопросов для промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой)**

1. Классификация основных процессов и аппаратов химической технологии.
2. Роль и взаимосвязь типовых процессов в химической технологии.
3. Непрерывные и периодические процессы. Стационарные и нестационарные процессы.
4. Законы сохранения массы и энергии и импульса – как основы составления балансовых уравнений (материальных и тепловых балансов, балансов действующих на систему сил и баланса количества движения).
5. Общие принципы расчета химических аппаратов и машин: статика процессов (законы равновесия), материальный и энергетический балансы.
6. Современные методы анализа и моделирования процессов.
7. Физическое моделирование. Понятие и математическом моделировании. Связь математического и физического моделирования.
8. Технико-экономическая оценка эффективности химико-технологических процессов.
9. Критерии оптимальности процесса. Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов.
10. Основы гидравлики. Предмет и задачи гидравлики - науки о закономерностях поведения жидкостей.
11. Классификация сил, действующих на жидкость. Капельные и упругие жидкости. Идеальная и реальная жидкость.
12. Гидродинамика слоев зернистых материалов.
13. Основные характеристики движения жидкостей: скорость потока, объёмный и массовый расходы.
14. Гидродинамические режимы течения жидкостей в условиях внутренней и внешней задач гидродинамики.
15. Критерий Рейнольдса. Элементы теории гидродинамического подобия.
16. Гидродинамика двухфазных потоков. Псевдооживление.
17. Основные уравнения гидродинамики: дифференциальные уравнения неразрывности потока и движения жидкости Навье-Стокса и Эйлера, их практическое применение в вопросах гидродинамики.
18. Уравнение Бернулли для описания течения идеальных и реальных жидкостей – как частный случай выражения общего закона сохранения энергии движущейся жидкости.
19. Представления о турбулентных потоках жидкостей. Структура турбулентных потоков интенсивность и масштаб турбулентности турбулентная вязкость.
20. Особенности течения газов: изотермический и неизотермический потоки газов, течение газов с учётом фактора сжимаемости.
21. Транспортирование жидкостей и газов. Насосы и вентиляторы, их классификация и основные характеристики.
22. Устройства и принципы работы поршневых, центробежных и осевых машин, методика подбора насосов и компрессоров.
23. Общая характеристика механических процессов. Области их применения в химической технологии.
24. Измельчение: Основные способы измельчения. Расчет основных параметров машин для проведения процессов измельчения.
25. Дозирование и смешивание твердых материалов.
26. Прессование сыпучих и пластичных материалов.

27. Классификация материалов: виды и способы. Грохочение. Типы грохотов. Устройство и принцип действия грохотов.
28. Механическое перемешивание. Перемешивание в жидких средах. Перемешивание в трубопроводах. Пневматическое перемешивание. Перемешивание с помощью сопел и насосов.
29. Тепловые процессы и аппараты. Их роль. Виды теплообмена
30. Теплофизические свойства веществ. Тепловые балансы
31. Перенос тепла теплопроводностью. Закон Фурье
32. Дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье
33. Перенос тепла теплопроводностью в одно- и многослойных стенках
34. Перенос тепла конвекцией. Уравнение переноса тепла Фурье-Кирхгофа.
35. Механизм переноса тепла при теплоотдаче
36. Порядок расчета поверхностного теплообменника
37. Классификация теплообменников
38. Кожухотрубчатые теплообменники (с неподвижными трубными решетками, с U-образными трубами, с плавающей головкой)
39. Двухтрубные теплообменники («труба в трубе»)
40. Пластинчатые теплообменники

### **Примерный перечень вопросов для промежуточной аттестации (экзамен)**

1. Предмет и задачи курса процессов и аппаратов химической технологии
2. Классификация основных процессов
3. Основное кинетическое уравнение. Скорость и движущая сила процесса
4. Гидравлика. Классификация жидкостей в гидравлике. Свойства жидкостей и газов
5. Гидростатика. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера
6. Основное уравнение гидростатики и его практические приложения
7. Гидродинамика. Основные характеристики движения жидкостей (гидравлический радиус, эквивалентный диаметр)
8. Режимы движения жидкости. Опыты Рейнольдса. Критерий Рейнольдса
9. Распределение скоростей в ламинарном потоке (уравнение закона Стокса)
10. Расход жидкости при ламинарном движении (уравнение Пуазейля)
11. Структура и характеристики турбулентного потока
12. Уравнение неразрывности потока
13. Дифференциальные уравнения движения Эйлера
14. Дифференциальные уравнения движения реальной жидкости Навье-Стокса
15. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкостей
16. Практические приложения уравнения Бернулли. Трубка Пито, трубка Пито-Прандтля
17. Практические приложения уравнения Бернулли. Дроссельные измерительные устройства (мерная диафрагма, труба Вентури)
18. Общие сведения о теории подобия. Условия подобия. Теоремы подобия
19. Потери давления в трубопроводах на трение. Коэффициент сопротивления трения, коэффициент трения.
20. Потери давления на местных сопротивлениях. Коэффициент местного сопротивления
21. Расчет полного гидравлического сопротивления трубопроводной сети. Расходно-напорная характеристика сети
22. Расчет диаметра трубопровода. Обоснование оптимального диаметра трубопровода
23. Насосы. Их классификация и принцип действия
24. Основные параметры работы насосов ( $Q, H, N, \eta$ )
25. Допустимая высота всасывания насоса. Явление кавитации в насосах
26. Компрессорные машины. Их классификация и области применения
27. Трубопроводы. Соединения труб. Трубопроводная арматура

28. Классификация неоднородных систем и методов их разделения. Материальный баланс процесса разделения (на примере суспензии).
29. Движение тел в жидкости. Сила сопротивления среды, ее расчет. Режимы движения.
30. Осаждение частиц под действием силы тяжести. Скорость осаждения.
31. Отстаивание. Расчет отстойников. Интенсификация отстаивания
32. Основные характеристики зернистого слоя. Расчет гидравлического сопротивления неподвижного слоя зернистого материала
33. Поведение зернистого слоя в восходящем потоке жидкости (газа). Состояние псевдооживления и уноса частиц, их области применения. Достоинства и недостатки псевдооживленного слоя
34. Параметры «кипящего» слоя зернистого материала, их расчет
35. Классификация фильтров
36. Нутч-фильтры
37. Центрифугирование. Классификация центрифуг, области их применения
38. Конструкции механических мешалок
39. Тепловые процессы и аппараты. Их роль. Виды теплообмена
40. Теплофизические свойства веществ. Тепловые балансы
41. Перенос тепла теплопроводностью. Закон Фурье
42. Дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье
43. Перенос тепла теплопроводностью в одно- и многослойных стенках
44. Перенос тепла конвекцией. Уравнение переноса тепла Фурье-Кирхгофа.
45. Механизм переноса тепла при теплоотдаче
46. Порядок расчета поверхностного теплообменника
47. Классификация теплообменников
48. Кожухотрубчатые теплообменники (с неподвижными трубными решетками, с U-образными трубами, с плавающей головкой)
49. Двухтрубные теплообменники («труба в трубе»)
50. Пластинчатые теплообменники
51. Теплообменники смешения
52. Выпаривание, общая характеристика и назначение процесса.
53. Классификация выпарных аппаратов
54. Вертикальные трубчатые выпарные аппараты с естественной направленной циркуляцией и кипением в зоне нагрева
55. Вертикальные трубчатые выпарные аппараты с естественной циркуляцией и вынесенной зоной кипения.
56. Массообменные процессы и аппараты, их роль и классификация
57. Равновесие при массопередаче. Законы равновесия. Уравнение равновесной линии.
58. Материальный баланс массообменного процесса. Рабочая линия процесса.
59. Перенос вещества молекулярной диффузией. Первый закон Фика.
60. Конвективная диффузия. Уравнение переноса вещества конвективной диффузией.
61. Механизм переноса вещества при конвективном массообмене. Уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи.
62. Критерии диффузионного подобия. Общий вид критериальных уравнений для расчета коэффициентов массоотдачи.
63. Массопередача. Основное уравнение массопередачи. Коэффициент массопередачи
64. Абсорбция. Характеристика процесса. Требования к абсорбентам
65. Равновесие при абсорбции. Влияние температуры и давления на процесс абсорбции.
66. Материальный баланс абсорбера. Рабочая линия абсорбера
67. Десорбция. Способы проведения десорбции. Рабочая и равновесная линии
68. Классификация абсорберов.
69. Последовательность расчета абсорбера.
70. Перегонка и ректификация. Общая характеристика процессов. Их роль и применение

71. Равновесие в системе пар-жидкость. Фазовые диаграммы. Идеальные и реальные смеси
72. Простая перегонка. Схема установки фракционной перегонки.
73. Перегонка под вакуумом. Перегонка с водяным паром
74. Ректификация. Установка непрерывной ректификации
75. Материальный баланс ректификационной установки непрерывного действия.
76. Флегмовое число, расчет его минимального и оптимального значений.
77. Порядок расчета ректификационной колонны непрерывного действия (установки)
78. Сушка. Общая характеристика процесса. Классификация методов сушки.
79. Характеристика влажных материалов. Виды связи влаги с материалом. Методы ее удаления.
80. Экстракция. Общая характеристика процесса. Основные конструкции экстракторов
81. Растворение и кристаллизация. Общие сведения о процессах и их применении
82. Мембранные процессы. Общие сведения о процессах и их применении

### **Оценочное средство 1. Примерный перечень вопросов к отчету по практическим занятиям**

#### **Раздел: Гидромеханические процессы и аппараты Практическое занятие № 1**

1. Дать определение гидравлических сопротивлений и привести примеры.
2. Объяснить потерю энергии в местных сопротивлениях.
3. Чем отличается коэффициент трения от коэффициента сопротивления?
4. Влияет ли режим движения потока на числовое значение коэффициента трения?
5. Объясните понятие "гидравлическая гладкая труба".
6. Записать и объяснить уравнение Бернулли для двух сечений трубопровода, по которому движется реальная жидкость и идеальная.
7. Чем отличается потерянная энергия и потерянный напор?
8. Как рассчитывается энергия, теряемая на трение?
9. Какое течение называется ламинарным?
10. Как определить среднюю скорость потока движущегося ламинарно?
11. Какое течение называется турбулентным?
12. Какого соотношения между средней и максимальной скоростями потока при турбулентном течении?
13. Что такое эквивалентный диаметр и гидравлический радиус?
14. Что такое число Рейнольдса? Каков его физический смысл?
15. В каком интервале числа Рейнольдса наблюдают "переходную" область?

#### **Раздел: Массообменные процессы и аппараты Практическое занятие № 2**

1. Общие сведения о массообменных процессах. Классификация и общая характеристика массообменных процессов
2. Способы выражения состава фаз
3. Материальный баланс массообменных процессов
4. Движущая сила массообменных процессов
5. Абсорбция. Общие сведения и определения
6. Равновесие при абсорбции. Законы Генри, Рауля
7. Конструкции абсорберов. Классификация. Трубчатый пленочный абсорбер
8. Насадочные абсорберы. Виды насадок, их характеристика
9. Барботажные абсорберы. Принцип действия
10. Гидродинамический режим насадочных и тарельчатых абсорберов.



11. Перегонка жидкости. Общие сведения о процессе и области его практического применения.
12. Простая перегонка. Перегонка с дефлегмацией.
13. Ректификация. Схемы установок непрерывной и периодической ректификации
14. Материальный и тепловой баланс процесса ректификации

#### Критерии оценки

Критерий	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
1. Соответствие решения сформулированным задачам (вопросам)	Не соответствуют	Частично соответствуют	Преимущественно соответствуют	Соответствуют
2. Степень полноты и правильность решения задачи.	Решение отсутствует	В решении имеются 3 и более ошибки	В решении имеются 1-2 ошибки (логические, практические, теоретические)	Решение дано верно и полностью
3. Степень обоснованности (аргументация способа решения задачи).	обоснование отсутствует или содержит грубые ошибки	обоснование содержит ошибки	обоснование проведено с учетом части материалов задачи, профессиональных знаний и информации	обоснование проведено верно на основе предоставленных материалов задачи, профессиональных знаний и информации
4. Соответствие профессиональному стандарту	Не соответствует	Пропущены 1-2 ключевых профессиональных действия в процессе при решении задачи	последовательно профессиональных действий при решении задачи представлена частично	представлена верная последовательность профессиональных действий в процессе решения задачи

#### Оценочное средство 3. Примерный перечень вопросов к отчету по лабораторным работам

##### Лабораторная работа № 1 «Определение гидравлического сопротивления сети»

1. Гидравлическая сеть, её состав. Арматура и её виды. Детали трубопровода
2. Режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса и его физический смысл
3. Понятие эквивалентного диаметра канала.
4. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости.
5. Слагаемые потери энергии при движении жидкости по сети. Причины потерь энергии.
6. Потери энергии на трение. Параметры, влияющие на величину потерь на трение.
7. Местные сопротивления: понятие, расчёт потерянной энергии на преодоление местных сопротивлений. Определение коэффициентов местных сопротивлений.
8. Характеристика гидравлической сети.

##### Лабораторная работа № 2. Изучение процесса теплообмена в теплообменнике «труба в трубе»

1. Теплопроводность. Физический смысл коэффициента теплопроводности и его ориентировочные значения для газов, жидкостей и твердых тел

2. Закон теплоотдачи Ньютона. Физический смысл коэффициента теплоотдачи и его расчет
3. Коэффициент теплопередачи: физический смысл, его расчет. Ориентировочные значения  
Коэффициента теплопередачи для различных случаев
4. Конструкция теплообменных аппаратов типа «труба в трубе»
5. Основное уравнение теплопередачи и его использование в инженерных расчетах
6. Единицы удельной теплоемкости, коэффициента теплопроводности, вязкости, теплового потока, коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи
7. В чем заключаются преимущества противоточной схемы по сравнению с прямоточной?
8. В каких случаях при расчете теплообменника можно пользоваться средним арифметическим температурным напором?
9. В каких технологических процессах используются данные теплообменные аппараты?

#### Критерии оценки

Критерий	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
1. Соответствие решения сформулированным задачам (вопросам)	Не соответствуют	Частично соответствуют	Преимущественно соответствуют	Соответствуют
2. Степень полноты и правильность решения задачи.	Решение отсутствует	В решении имеются 3 и более ошибки	В решении имеются 1-2 ошибки (логические, практические, теоретические)	Решение дано верно и полностью
3. Степень обоснованности (аргументация способа решения задачи).	обоснование отсутствует или содержит грубые ошибки	обоснование содержит ошибки	обоснование проведено с учетом части материалов задачи, профессиональных знаний и информации	обоснование проведено верно на основе предоставленных материалов задачи, профессиональных знаний и информации
4. Соответствие профессиональному стандарту	Не соответствует	Пропущены 1-2 ключевых профессиональных действия в процессе при решении задачи	последовательность профессиональных действий при решении задачи представлена частично	представлена верная последовательность профессиональных действий в процессе решения задачи

#### Оценочное средство 3. Примерные темы курсового проекта:

1. Расчет кожухотрубчатого теплообменника
2. Расчет ректификационной установки
3. Расчет абсорбционной установки
4. Расчет адсорбционной установки
5. Расчет насадочной абсорбционной колонны
6. Расчет колонны стабилизации газофракционирующей установки
7. Проектирование трехкорпусной выпарной установки

8. Расчет ректификационной колонны
9. Расчет барабанной воздушной сушилки
10. Расчет выпарного аппарата
11. Расчёт и выбор теплообменника – холодильника
12. Расчет и выбор теплообменника-конденсатора
13. Расчет подогревателя (кожухотрубчатого или пластинчатого)
14. Расчет тарельчатой ректификационной колонны
15. Расчет сушильной установки
16. Расчет однокорпусной вакуум-выпарной установки
17. Расчет трехкорпусной выпарной установки
18. Расчет кристаллизатора
19. Расчет теплообменника «Труба в трубе»
20. Расчет отпарной колонны дизельного топлива
21. Расчет атмосферной колонны на установке АВТ
22. Расчет вакуумной колонны на установке АВТ
23. Расчет электродегидратора для установок ЭЛОУ
24. Расчет и выбор насосного аппарата
25. Моделирование процессов и аппаратов химической технологии в программной среде UniSim Design.

#### Критерии оценки

Критерий	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
1. Соответствие решения сформулированным темам (вопросам)	Не соответствуют	Частично соответствуют	Преимущественно соответствуют	Соответствуют
2. Степень полноты и правильность решения задачи.	Решение отсутствует	В решении имеются 3 и более ошибки	В решении имеются 1-2 ошибки (логические, практические, теоретические)	Решение дано верно и полностью
3. Степень обоснованности (аргументация способа решения задачи).	обоснование отсутствует или содержит грубые ошибки	обоснование содержит ошибки	обоснование проведено с учетом части материалов задачи, профессиональных знаний и информации	обоснование проведено верно на основе предоставленных материалов задачи, профессиональных знаний и информации
4. Соответствие профессиональному стандарту	Не соответствует	Пропущены 1-2 ключевых профессиональных действия в процессе при решении задачи	Последовательность профессиональных действий при решении задачи представлена частично	представлена верная последовательность профессиональных действий в процессе решения задачи

**Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценивание знаний, умений, навыков и опыта деятельности проводятся на основе сведений, приводимых в матрице соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения.

Цель текущего контроля успеваемости по учебным дисциплинам в семестре – проверка приобретаемых обучающимися знаний, умений, навыков в контексте формирования установленных образовательной программой компетенций в течение семестра. Текущий контроль осуществляется через систему оценки преподавателем всех видов работ обучающихся, предусмотренных рабочей программой дисциплины и учебным планом.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание результатов освоения дисциплины посредством испытания в форме экзамена (зачета). Промежуточная аттестация проводится в конце изучения дисциплины.

Разработанный фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации используется для осуществления контрольно-измерительных мероприятий и выработки обоснованных управляющих и корректирующих действий в процессе приобретения обучающимися необходимых знаний, умений и навыков, формирования соответствующих компетенций в результате освоения дисциплины.