

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Заболотный, Г.И. / Заболотный  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 23.06.2023 13:57:55  
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.О.03.09 «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>	Очная
<b>Год начала подготовки</b>	2021
<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>	432 / 12
<b>Форма контроля (промежуточная аттестация)</b>	Зачет, Экзамен

## **Б1.О.03.09 «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:

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 .....	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 .....	14
4.3 Содержание практических занятий .....	15
4.4. Содержание самостоятельной работы .....	18
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) .....	20
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения .....	22
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем .....	22
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) .....	23
9. Методические материалы .....	24
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) .....	26

**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 Использует технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции	Владеть навыками использования технических средств контроля за параметрами технологического процесса
			Знать номенклатуру и принцип действия технических средств для контроля параметров технологических аппаратов и оборудования
			Уметь контролировать параметры технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции
		ОПК-4.3 Способен осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	Владеть навыками осуществления изменений параметров технологического процесса и эксплуатации технологических аппаратов при отклонениях от установленных норм с соблюдением требований безопасности

			<p>Знать основы проведения технологических процессов химической технологии в соответствии с технологическим регламентом</p>
			<p>Уметь обеспечивать проведение технологического процесса и эксплуатацию технологического оборудования в соответствии с технологическим регламентом и установленными нормами</p>
<p>Универсальные компетенции</p>			
<p>Разработка и реализация проектов</p>	<p>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</p>	<p>УК-2.1 Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность задач, обеспечивающих ее достижение</p>	<p>Владеть навыками разработки и реализации проектов по процессам химической технологии и расчета технологического оборудования, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения</p>
			<p>Знать основные понятия и методы математического анализа и математической статистики для выбора оптимальных способов решения поставленных задач при осуществлении профессиональной деятельности; основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов и аппаратов.</p>
			<p>Уметь определять в рамках поставленной цели проекта совокупность задач, обеспечивающих ее достижение; выбирать эффективные, оптимальные способы решения задач по проектированию аппаратов и химико-технологических процессов</p>

## 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	Физическая химия	Моделирование химико-технологических процессов; Общая химическая технология; Проектирование деталей, машин и аппаратов химической технологии; Учебная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-2	Инженерная и компьютерная графика; Инновационная экономика и технологическое предпринимательство; Правоведение; Учебная практика: проектная практика	Практико-ориентированный проект; Прикладная механика; Учебная практика: проектная практика	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Практико-ориентированный проект

## 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:	208	80	48	80
Лабораторные работы	32	16	0	16
Лекции	80	32	16	32
Практические занятия	96	32	32	32
<b>Самостоятельная работа (всего),</b> в том числе:	161	37	60	64
подготовка к лабораторным работам	10	4	0	6
подготовка к практическим занятиям	36	8	18	10
подготовка к экзамену	24	12	0	12
составление конспектов	63	13	34	16
подготовка к зачету	8	0	8	0
выполнение курсовых проектов	20	0	0	20
<b>Контроль</b>	63	27	0	36
<b>Итого: час</b>	<b>432</b>	<b>144</b>	<b>108</b>	<b>180</b>

Итого: з.е.	12	4	3	5
-------------	----	---	---	---

#### 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	10	0	0	6	16
2	Механические и гидромеханические процессы	22	16	32	31	101
3	Тепловые процессы и аппараты	16	0	32	60	108
4	Процессы разделения неоднородных систем	6	0	0	6	12
5	Массообменные процессы и аппараты	22	16	32	50	120
6	Современные проблемы в области процессов и аппаратов в химической и нефтехимической промышленности	4	0	0	8	12
	<b>Контроль</b>	0	0	0	0	63
	<b>Итого</b>	80	32	96	161	432

#### 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	Классификация основных процессов и аппаратов химической технологии	Основные положения науки о процессах и аппаратах. Классификация основных процессов и аппаратов химической технологии. Тенденции развития процессов нефтехимии и нефтепереработки. Роль и взаимосвязь типовых процессов в химической технологии. Непрерывные и периодические процессы. Стационарные и нестационарные процессы.	2
2	Основные закономерности процессов и общие принципы расчета аппаратов химической технологии	Балансы процессов химической технологии	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). Основное кинетическое уравнение явлений переноса. Скорость процесса и его движущая сила, сопротивление процессу переноса	2

3	Основные закономерности процессов и общие принципы расчета аппаратов химической технологии	Общие принципы расчета химических аппаратов	Общие принципы расчета химических аппаратов и машин: статика процессов (законы равновесия). материальный и энергетический балансы, кинетические параметры, основные размеры аппаратов. Расчет аппаратов периодического и непрерывного действия. Критерии оптимальности. Основы теории подобия процессов и аппаратов.	2
4	Основные закономерности процессов и общие принципы расчета аппаратов химической технологии	Моделирование химико-технологических процессов	Содержание расчета технологических аппаратов. Определение основных размеров аппаратов. Современные методы анализа и моделирования процессов. Физическое моделирование. Понятие и математическом моделировании.	2
5	Основные закономерности процессов и общие принципы расчета аппаратов химической технологии	Оптимизация химико-технологических процессов	Связь математического и физического моделирования. Технико-экономическая оценка эффективности химико-технологических процессов. Критерии оптимальности процесса. Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов.	2
6	Механические и гидромеханические процессы	Основы гидравлики	Основы гидравлики. Предмет и задачи гидравлики - науки о закономерностях поведения жидкостей. Введение в гидравлику: основные понятия, термины и определения.	2
7	Механические и гидромеханические процессы	Основные характеристики движения жидкостей	Классификация сил, действующих на жидкость. Капельные и упругие жидкости. Идеальная и реальная жидкость. Гидродинамика слоев зернистых материалов. Основные характеристики движения жидкостей: скорость потока, объёмный и массовый расходы.	2
8	Механические и гидромеханические процессы	Теория гидродинамического подобия	Гидродинамические режимы течения жидкостей в условиях внутренней и внешней задач гидродинамики. Критерий Рейнольдса. Элементы теории гидродинамического подобия	2
9	Механические и гидромеханические процессы	Гидродинамика двухфазных потоков. Псевдооживление	Гидродинамика двухфазных потоков. Псевдооживление. Физическая сущность процесса и его применение в химической технологии. Гидродинамические основы процесса псевдооживления. Параметры, характеризующие псевдооживленный слой. Кривая псевдооживления.	2
10	Механические и гидромеханические процессы	Основные уравнения гидродинамики	Основные уравнения гидродинамики: дифференциальные уравнения неразрывности потока и движения жидкости Навье-Стокса и Эйлера, их практическое применение в вопросах гидродинамики. Различные формы записи дифференциальных уравнений движения жидкости Навье-Стокса.	2
11	Механические и гидромеханические процессы	Особенности течения вихревой жидкости	Особенности течения вихревой жидкости. Уравнение Бернулли для описания течения идеальных и реальных жидкостей – как частный случай выражения общего закона сохранения энергии движущейся жидкости.	2



12	Механические и гидромеханические процессы	Структура турбулентных потоков	Представления о турбулентных потоках жидкостей. Структура турбулентных потоков, интенсивность и масштаб турбулентности, турбулентная вязкость.	2
13	Механические и гидромеханические процессы	Перемещение и сжатие газов	Особенности течения газов: изотермический и неизотермический потоки газов, течение газов с учётом фактора сжимаемости. Термодинамические основы процесса сжатия газов.	2
14	Механические и гидромеханические процессы	Транспортирование жидкостей и газов	Транспортирование жидкостей и газов. Насосы и вентиляторы, их классификация и основные характеристики. Устройства и принципы работы поршневых, центробежных и осевых машин, методика подбора насосов и компрессоров	2
15	Механические и гидромеханические процессы	Характеристика механических процессов химической технологии	Общая характеристика механических процессов. Области их применения в химической технологии. Измельчение: Основные способы измельчения. Расчет основных параметров машин для проведения процессов измельчения. Пути повышения производительности и эффективности измельчения.	2
16	Механические и гидромеханические процессы	Дозирование и смешивание материалов	Дозирование и смешивание твердых материалов. Прессование сыпучих и пластичных материалов. Классификация материалов: виды и способы. Грохочение. Типы грохотов. Устройство и принцип действия грохотов	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>32</b>
<b>5 семестр</b>				
17	Тепловые процессы и аппараты	Основы теплообменных процессов	Теоретические основы теплообменных процессов. Математическая постановка и решение задачи о нестационарном переносе теплоты в твердых телах. Время прогрева твердого тела, уравнение конвективного переноса теплоты с источниками тепла.	2
18	Тепловые процессы и аппараты	Перенос теплоты	Начальные и граничные условия. Коэффициент теплоотдачи. Уравнение Фурье-Кирхгофа. Математическая постановка и решение задачи о переносе теплоты при вынужденном движении жидкостей (газов) в трубах. Математическая постановка и решение задачи о переносе теплоты при естественной конвекции	2

19	Тепловые процессы и аппараты	Теплообмен между жидкостью (газом) и поверхностью	Теплообмен между жидкостью (газом) и поверхностью. Безразмерная форма уравнения переноса теплоты и оценки порядка его членов. Толщина теплового пограничного слоя. Представление решения уравнения переноса теплоты в критериальной форме. Некоторые эмпирические соотношения для расчета коэффициентов теплоотдачи при сохранении агрегатного состояния теплоносителя.	2
20	Тепловые процессы и аппараты	Тепловые процессы в химической технологии	Конструкции теплообменных аппаратов. Кожухотрубчатые теплообменники. Теплообменники с компенсаторами. Теплообменники «Труба в трубе». Пластинчатые теплообменники. Расчет и выбор теплообменного оборудования.	2
21	Тепловые процессы и аппараты	Теплообмен в химической технологии	Теплообмен при фазовых превращениях. Теплообмен при конденсации. Теплоотдача с изменением агрегатного состояния теплоносителя. Кипение жидкостей. Конденсация пара. Термодиффузия. Бародиффузия. Дифференциальные уравнения тепло- массоотдачи	2
22	Тепловые процессы и аппараты	Тепло- и массоотдача в двухкомпонентных смесях	Тепло- и массоотдача в двухкомпонентных смесях. Коэффициент массоотдачи при испарении Жидкости. Теплообмен при химических превращениях. Основы переноса теплоты излучением. Теплоотдача при одновременном действии механизмов конвекции и излучения. Основы переноса теплоты излучением. Теплоотдача при одновременном действии механизмов конвекции и излучения.	2
23	Тепловые процессы и аппараты	Основы переноса теплоты излучением. Конвекция	Основы переноса теплоты излучением. Теплоотдача при одновременном действии механизмов конвекции и излучения. Теплообмен между пленкой жидкости и газовым потоком. Теплообмен сплошных сред с дисперсными средами. Теплообмен между твердой частицей и обтекающим ее потоком жидкости (газа). Теплоотдача при течении газа с большими скоростями. Теплообмен в дисперсных средах газ-твердое тело: в стационарном, движущемся, псевдооживленном, фонтанирующем слоях. Теплообмен между дисперсной средой и твердой поверхностью	2
24	Тепловые процессы и аппараты	Интенсификация процессов теплоотдачи	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>16</b>
<b>6 семестр</b>				

25	Процессы разделения неоднородных систем	Неоднородные системы и методы их разделения	Неоднородные системы и методы их разделения. Осаждение под действием различных факторов. Фильтрация: методы и способы. Кинетика процесса. Цели и задачи процессов разделения. Особое значение способов разделения неоднородных систем при решении экологических проблем. Принципы выбора методов разделения и сравнительные оценки эффективности процессов разделения. Основы составления материального баланса процессов разделения.	2
26	Процессы разделения неоднородных систем	Центрифугирование	Центрифугирование: сущность, основные закономерности. Конструкции центрифуг. Очистка газов. Мокрая очистка газов. Физико-химические основы процесса разделения и принципы аппаратного оформления	2
27	Процессы разделения неоднородных систем	Процессы осаждения	Разделение неоднородных систем осаждением в поле действия электрических сил. Физические основы процессов разделения неоднородных систем в электрическом поле. Способы создания неоднородных электрических полей. Принципиальные особенности конструкций электрофильтров, электролизёров и электродегидраторов.	2
28	Массообменные процессы и аппараты	Значение процессов массопереноса в химической технологии	Значение процессов массопереноса в химической технологии, классификация процессов с участием газовой, жидкой и твердой фаз. Основные принципы аналогии между процессами тепло- и массопереноса. Статика процессов массопереноса. Основные задачи статики. Способы выражения составов фаз. Движущие силы процессов массопереноса. Термодинамическое равновесие. Основные законы межфазового равновесия (правило фаз Гиббса, Дальтона, Генри и Рауля, совмещённые законы). Графическое изображение состояния равновесия между фазами для бинарных систем (у-х диаграммы).	2
29	Массообменные процессы и аппараты	Общие сведения и характеристика процессов массопереноса	Общие сведения и характеристика процессов массопереноса в пределах объёма одной фазы: молекулярная и конвективная диффузия. Основные модели механизмов массопереноса на границе раздела фаз. Уравнение массоотдачи и коэффициенты массоотдачи. Уравнения молекулярной диффузии (1-ый и 2-ой законы Фика). Дифференциальное уравнение конвективного массопереноса (конвективной диффузии). Основные диффузионные критерии подобия: диффузионные критерии подобия Фурье, Нуссельта (Шервуда), Пекле и Прандтля (Шмидта). Основные виды критериальных уравнений для расчёта скорости процессов массоотдачи.	2

30	Массообменные процессы и аппараты	Массопередача	Массопередача. Уравнения массопередачи, определение средних движущих сил процессов массопередачи. Основные кинетические показатели процесса массопередачи и методы их расчёта: коэффициенты массопередачи, в т.ч. объёмный коэффициент массопередачи, общие и частные числа единиц переноса (ОЧЕП и ЧЕП) и высоты единиц переноса (ОВЕП и ВЕП).	2
31	Массообменные процессы и аппараты	Понятие и определение теоретической ступени изменения концентраций	Понятие и определение теоретической ступени изменения концентраций или теоретической тарелки, высота эквивалентная одной теоретической ступени изменения концентраций или одной теоретической тарелке. Действительная или реальная ступень изменения концентраций. Коэффициент полезного действия тарелки и коэффициент эффективности по Мэрфри. Определение кинетической кривой процесса массопередачи.	2
32	Массообменные процессы и аппараты	Основы расчета массообменных аппаратов	Основные типовые конструкции аппаратов колонного типа: массообменные аппараты с фиксированной и со свободной поверхностью контакта фаз, плёночные массообменные аппараты. Общие принципы определения и расчета режимно-технологических параметров работы и нахождения основных геометрических размеров колонных аппаратов: диаметра и высоты колонных аппаратов. Представления об оптимальных гидродинамических режимах работы аппаратов. Макроэкономика массообменных процессов.	2
33	Массообменные процессы и аппараты	Определение и общая характеристика процессов абсорбции	Абсорбция. Определение и общая характеристика процессов абсорбции. Практические области применения абсорбции. Физико-химические основы процессов массопереноса в системах газ-жидкость. Термодинамическое равновесие между фазами (правило фаз Гиббса и закон Генри). Выбор условий проведения процесса. Графическое представление процесса абсорбции на фазовой у-х диаграмме. Изотермический и адиабатический процессы физической абсорбции. Материальный и тепловой балансы и уравнения линий рабочих концентраций. Минимальный и оптимальный расход абсорбента. Абсорбция многокомпонентных смесей. Кинетика процессов физической абсорбции. Общая характеристика хемосорбционных процессов. Аппаратурное оформление процессов абсорбции, устройство, общая характеристика и режимы работы насадочных, плёночных и тарельчатых абсорберов.	2

34	Массообменные процессы и аппараты	Простая и сложная перегонка	Перегонка (простая и сложная). Физико-химические основы процессов массопереноса в системах жидкость-пар. Термодинамическое равновесие в системах (правило фаз Гиббса и закон Рауля). Идеальные и неидеальные системы. Основные типы бинарных смесей (по данным Торманна). Основополагающие законы перегонки Коновалова и Вревского. Фазовые диаграммы состояний (t-x-y, y-x и энтальпийная h-x-y диаграммы) бинарных смесей. Простая перегонка. Виды простой перегонки (простая, фракционная, с дефлегмацией и без дефлегмации, с водяным паром и инертным носителем). Материальный баланс и основные показатели процесса	2
35	Массообменные процессы и аппараты	Процесс ректификации	Сложная перегонка (ректификация). Определение и физико-химические основы ректификационного разделения жидких смесей. Схемы установок ректификации. Принципы составления материального и теплового балансов. Основные показатели процесса ректификации: флегмовое число и коэффициент питания. Графическое представление процесса ректификации на t-x-y диаграмме.	2
36	Массообменные процессы и аппараты	Процесс экстракции	Жидкостная экстракция. Краткие сведения и общая характеристика процессов экстракции в системах жидкость-жидкость. Равновесие в системах жидкость-жидкость. Изотермы экстракции и треугольные диаграммы.	2
37	Массообменные процессы и аппараты	Сушка в химической технологии	Сушка в химической технологии. Сушка. Физическая сущность процесса и его применение в химической технологии. Способы тепловой сушки. Равновесная влажность и связь влаги с материалом. Аппаратурное оформление процесса сушки.	2
38	Массообменные процессы и аппараты	Процессы кристаллизации	Кристаллизация из растворов и расплавов. Равновесие при кристаллизации. Фазовая диаграмма температура-состав. Материальный и тепловой балансы процесса кристаллизации. Кинетика процесса кристаллизации. Способы проведения кристаллизации. Кристаллизационная аппаратура.	2
39	Современные проблемы в области процессов и аппаратов в химической и нефтехимической промышленности	Создание малоотходных и экологически чистых технологических производств	Проблемные вопросы создания замкнутых и малоотходных экологически чистых технологических производств. Новые процессы и аппараты. Развитие методов кибернетики применительно к задачам анализа и синтеза химико-технологических систем.	2

40	Современные проблемы в области процессов и аппаратов в химической и нефтехимической промышленности	Система автоматического проектирования в химической технологии	Использование методов САПР в проектировании типовых химико-технологических аппаратов. Применение моделирующей системы UniSim Design для исследования и оптимизации ХТП	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>32</b>
<b>Итого:</b>				<b>80</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	Механические и гидромеханические процессы	Гидравлическое сопротивление	Определение гидравлического сопротивления сети. Гидравлическая сеть, её состав. Арматура и её виды. Детали трубопровода	2
2	Механические и гидромеханические процессы	Гидравлическое сопротивление	Режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса и его физический смысл. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости	2
3	Механические и гидромеханические процессы	Моделирование гидромеханических процессов	Моделирование трубопроводов в программной среде UniSim Design	2
4	Механические и гидромеханические процессы	Моделирование гидромеханических процессов	Моделирование трубопроводов в программной среде UniSim Design	2
5	Механические и гидромеханические процессы	Моделирование гидромеханических процессов	Моделирование трубопроводов в программной среде UniSim Design	2
6	Механические и гидромеханические процессы	Моделирование гидромеханических процессов	Моделирование трубопроводов в программной среде UniSim Design	2
7	Механические и гидромеханические процессы	Моделирование гидромеханических процессов	Моделирование трубопроводов в программной среде UniSim Design	2
8	Механические и гидромеханические процессы	Моделирование гидромеханических процессов	Моделирование трубопроводов в программной среде UniSim Design	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>16</b>
<b>6 семестр</b>				
9	Массообменные процессы и аппараты	Моделирование массообменных процессов	Моделирование массообменных процессов в программной среде UniSim Design (Ректификация бинарной смеси)	2
10	Массообменные процессы и аппараты	Моделирование массообменных процессов	Моделирование массообменных процессов в программной среде UniSim Design (Ректификация бинарной смеси)	2

11	Массообменные процессы и аппараты	Моделирование массообменных процессов	Моделирование массообменных процессов в программной среде UniSim Design (Ректификация бинарной смеси)	2
12	Массообменные процессы и аппараты	Моделирование массообменных процессов	Моделирование массообменных процессов в программной среде UniSim Design (Ректификация бинарной смеси)	2
13	Массообменные процессы и аппараты	Моделирование массообменных процессов	Моделирование массообменных процессов в программной среде UniSim Design.	2
14	Массообменные процессы и аппараты	Моделирование массообменных процессов	Моделирование массообменных процессов в программной среде UniSim Design.	2
15	Массообменные процессы и аппараты	Моделирование массообменных процессов	Моделирование массообменных процессов в программной среде UniSim Design.	2
16	Массообменные процессы и аппараты	Моделирование массообменных процессов	Моделирование массообменных процессов в программной среде UniSim Design.	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>16</b>
<b>Итого:</b>				<b>32</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	Механические и гидромеханические процессы	Основы гидравлики	Основные зависимости и расчетные формулы прикладной гидравлики	2
2	Механические и гидромеханические процессы	Основы гидравлики	Основные зависимости и расчетные формулы прикладной гидравлики	2
3	Механические и гидромеханические процессы	Основы гидравлики	Основные зависимости и расчетные формулы прикладной гидравлики	2
4	Механические и гидромеханические процессы	Основы гидравлики	Основные зависимости и расчетные формулы прикладной гидравлики	2
5	Механические и гидромеханические процессы	Характеристика кипящего слоя	Гидравлика кипящего слоя. Реальная кривая псевдооживления	2
6	Механические и гидромеханические процессы	Характеристика кипящего слоя	Гидравлика кипящего слоя. Реальная кривая псевдооживления	2
7	Механические и гидромеханические процессы	Режимы течения жидкости	Определение режима течения воды в цилиндрической трубе круглого сечения	2
8	Механические и гидромеханические процессы	Режимы течения жидкости	Определение режима течения воды в цилиндрической трубе круглого сечения	2

9	Механические и гидромеханические процессы	Потери напора	Определение потерь напора в прямой трубе круглого сечения	2
10	Механические и гидромеханические процессы	Потери напора	Определение потерь напора в прямой трубе круглого сечения	2
11	Механические и гидромеханические процессы	Скорость и расход жидкости	Определение скорости и расхода воды при истечении через отверстия и цилиндрический насадок	2
12	Механические и гидромеханические процессы	Скорость и расход жидкости	Определение скорости и расхода воды при истечении через отверстия и цилиндрический насадок	2
13	Механические и гидромеханические процессы	Процесс фильтрования	Определение констант процесса фильтрования	2
14	Механические и гидромеханические процессы	Процесс фильтрования	Определение констант процесса фильтрования	2
15	Механические и гидромеханические процессы	Процесс разделения суспензий	Разделение суспензий в отстойной центрифуге	2
16	Механические и гидромеханические процессы	Процесс разделения суспензий	Разделение суспензий в отстойной центрифуге	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>32</b>
<b>5 семестр</b>				
17	Тепловые процессы и аппараты	Принципы работы АВО	Изучение принципов работы аппаратов воздушного охлаждения	2
18	Тепловые процессы и аппараты	Принципы работы АВО	Изучение принципов работы аппаратов воздушного охлаждения	2
19	Тепловые процессы и аппараты	Кожухотрубчатые теплообменники	Изучение конструкций кожухотрубчатых теплообменных аппаратов	2
20	Тепловые процессы и аппараты	Кожухотрубчатые теплообменники	Изучение конструкций кожухотрубчатых теплообменных аппаратов	2
21	Тепловые процессы и аппараты	Процесс теплообмена через поверхность	Изучение процесса теплообмена в поверхностных теплообменниках	2
22	Тепловые процессы и аппараты	Процесс теплообмена через поверхность	Изучение процесса теплообмена в поверхностных теплообменниках	2
23	Тепловые процессы и аппараты	Теплообменники типа «труба в трубе»	Изучение теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе»	2
24	Тепловые процессы и аппараты	Теплообменники типа «труба в трубе»	Изучение теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе»	2
25	Тепловые процессы и аппараты	Теплообмен в рекуперативных теплообменниках	Изучение процессов теплообмена между системами пар-жидкость, жидкость-газ в трубчатых рекуперативных теплообменниках	2



26	Тепловые процессы и аппараты	Теплообмен в рекуперативных теплообменниках	Изучение процессов теплообмена между системами пар-жидкость, жидкость-газ в трубчатых рекуперативных теплообменниках	2
27	Тепловые процессы и аппараты	Расчет теплообменного аппарата	Расчет кожухотрубного теплообменного аппарата	2
28	Тепловые процессы и аппараты	Расчет теплообменного аппарата	Расчет кожухотрубного теплообменного аппарата	2
29	Тепловые процессы и аппараты	Компьютерное моделирование	Использование программной среды UniSim Design для моделирования теплообменных процессов	2
30	Тепловые процессы и аппараты	Компьютерное моделирование	Использование программной среды UniSim Design для моделирования теплообменных процессов	2
31	Тепловые процессы и аппараты	Компьютерное моделирование	Использование программной среды UniSim Design для моделирования теплообменных процессов	2
32	Тепловые процессы и аппараты	Компьютерное моделирование	Использование программной среды UniSim Design для моделирования теплообменных процессов	2
34	Массообменные процессы и аппараты	Гидродинамика колонных аппаратов	Изучение гидродинамики насадочной колонны	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>34</b>
<b>6 семестр</b>				
33	Массообменные процессы и аппараты	Гидродинамика колонных аппаратов	Изучение гидродинамики насадочной колонны	2
35	Массообменные процессы и аппараты	Гидродинамика колонных аппаратов	Изучение гидродинамики тарельчатых колонн	2
36	Массообменные процессы и аппараты	Гидродинамика колонных аппаратов	Изучение гидродинамики тарельчатых колонн	2
37	Массообменные процессы и аппараты	Основы процесса абсорбции	Изучение процесса абсорбции	2
38	Массообменные процессы и аппараты	Основы процесса абсорбции	Изучение процесса абсорбции	2
39	Массообменные процессы и аппараты	Основы процесса ректификации	Ректификация смеси этилового спирта и воды	2
40	Массообменные процессы и аппараты	Основы процесса ректификации	Ректификация смеси этилового спирта и воды	2
41	Массообменные процессы и аппараты	Основы процесса сушки	Изучение процесса конвективной сушки	2

42	Массообменные процессы и аппараты	Изучение процесса конвективной сушки	Изучение процесса конвективной сушки	2
43	Массообменные процессы и аппараты	Разделение бинарной смеси	Изучение процесса ректификации при разделении бинарной смеси	2
44	Массообменные процессы и аппараты	Разделение бинарной смеси	Изучение процесса ректификации при разделении бинарной смеси	2
45	Массообменные процессы и аппараты	Основы адсорбции	Изучение процесса адсорбции на стационарном слое адсорбента	2
46	Массообменные процессы и аппараты	Основы адсорбции	Изучение процесса адсорбции на стационарном слое адсорбента	2
47	Массообменные процессы и аппараты	Моделирование массообменных процессов	Моделирование массообменных процессов в программной среде UniSim Design	2
48	Массообменные процессы и аппараты	Моделирование массообменных процессов	Моделирование массообменных процессов в программной среде UniSim Design	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>30</b>
<b>Итого:</b>				<b>96</b>

#### 4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов
<b>4 семестр</b>			
Основные закономерности процессов и общие принципы расчета аппаратов химической технологии	Самостоятельное изучение материала	Конспектирование основной и дополнительной литературы по темам: Классификация основных процессов химических технологий. Законы переноса и принцип движущей силы. Основы теории подобия процессов и аппаратов. Расчет аппаратов периодического и непрерывного действия	6
Механические и гидромеханические процессы	Самостоятельное изучение материала	Конспектирование основной и дополнительной литературы по темам: Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики. Приборы для измерения давления и вакуума. Основные характеристики жидкостей. Установившееся и неустановившееся движение. Уравнение сплошности (неразрывности) потока.	7

Механические и гидромеханические процессы	Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического материала по теме проведения практического занятия, оформление отчета	8
Механические и гидромеханические процессы	Подготовка к лабораторным работам	Изучение теоретического материала по теме проведения лабораторной работы, оформление отчета	4
Механические и гидромеханические процессы	Подготовка к экзамену	Подготовка по вопросам к экзамену	12
<b>Итого за семестр:</b>			<b>37</b>
<b>5 семестр</b>			
Тепловые процессы и аппараты	Самостоятельное изучение материала	Конспектирование основной и дополнительной литературы по темам: Общие сведения о тепловых процессах химической технологии. Передача тепла теплопроводностью. Передача тепла конвекцией. Тепловое подобие. Теплоотдача без изменения агрегатного состояния и с изменением агрегатного состояния.	34
Тепловые процессы и аппараты	Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического материала по теме проведения практического занятия, оформление отчета	18
Тепловые процессы и аппараты	Подготовка к зачету	Подготовка по вопросам к зачету	8
<b>Итого за семестр:</b>			<b>60</b>
<b>6 семестр</b>			
Массообменные процессы и аппараты	Самостоятельное изучение материала	Конспектирование основной и дополнительной литературы по темам: Механизм массопередачи. Материальный баланс при массопередаче. Основные законы массопередачи. Критериальные уравнения конвективной диффузии.	4
Массообменные процессы и аппараты	Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического материала по теме проведения практического занятия, оформление отчет	10
Массообменные процессы и аппараты	Подготовка к лабораторным работам	Изучение теоретического материала по теме проведения лабораторной работы, оформление отчета	6

Современные проблемы в области процессов и аппаратов в химической и нефтехимической промышленности	Самостоятельное изучение материала	Конспектирование основной и дополнительной литературы по темам: Современные химические технологии: проблемы и перспективы. Сырье для химических технологий. Проблемы экологии. Охрана окружающей среды. Перспективы химических технологий. Новые области исследований с применением химических технологий. Сущность новой технологической идеологии. Проблемы промышленной безопасности в химических производствах	6
Массообменные процессы и аппараты	Выполнение курсового проекта	Выполнение разделов курсового проекта	20
Массообменные процессы и аппараты	Подготовка к экзамену	Подготовка по вопросам к экзамену (6 семестр)	10
Современные проблемы в области процессов и аппаратов в химической и нефтехимической промышленности	Подготовка к экзамену	Подготовка по вопросам к экзамену (6 семестр)	2
Процессы разделения неоднородных систем	Самостоятельное изучение материала	Конспектирование основной и дополнительной литературы по темам: Разделение неоднородных систем. Перемешивание в жидких средах. Процесс фильтрования. Устройство фильтров. Фильтрование газов. Фильтрование под действием центробежной силы	6
<b>Итого за семестр:</b>			<b>64</b>
<b>Итого:</b>			<b>161</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	Гидромеханические процессы : курс лекций / Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология; сост. Л. М. Журавлева.- Самара, 2017.- 94 с.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 2745">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 2745</a>	Электронный ресурс
2	Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии»; ХИМИЗДАТ, 2020.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 97816">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 97816</a>	Электронный ресурс

3	Основы массопередачи : курс лекций / Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология; сост. Л. М. Журавлева.- Самара, 2016.- 94 с.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 2554">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 2554</a>	Электронный ресурс
4	Процессы и аппараты химической технологии. Ч.1. Гидромеханические процессы и аппараты; Амурский государственный университет, 2019.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 103906">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 103906</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
Дополнительная литература		
7	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
8	Изучение процесса теплообмена в теплообменнике "труба в трубе" : метод. указания к лабораторной работе по курсу "Процессы и аппараты химических производств" / Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология; сост. В. В. Филиппов .- 2-е изд., испр. и доп.- Самара, 2018.- 23 с.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 3398">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 3398</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	Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи); <b>ХИМИЗДАТ</b> , 2020.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 97815">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 97815</a>	Электронный ресурс
11	Процессы и аппараты химической технологии. Ч.2. Тепловые процессы и аппараты; Амурский государственный университет, 2020.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 103907">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 103907</a>	Электронный ресурс
12	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
13	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: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 5338">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 5338</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.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	Microsoft Windows 8.1 Professional операционная система	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
2	Microsoft Office 2013	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
3	Антивирус Kaspersky EndPoint Security	АО «Антиплагиат» (Отечественный)	Лицензионное
4	Программное обеспечение «Антиплагиат.Эксперт»	АО «Антиплагиат» (Отечественный)	Лицензионное
5	Математическое программное обеспечение Mathcad	ЗАО «СофтЛайн Трейд» (Зарубежный)	Лицензионное
6	Программное обеспечение для программирования, численных расчетов и визуализации результатов Matlab	ЗАО «СофтЛайн Трейд» (Зарубежный)	Лицензионное
7	RPMS (Система моделирования нефтеперерабатывающего и нефтехимического производства)	Подразделение промышленной автоматизации Honeywell (Зарубежный)	Лицензионное

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

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	консультационный центр Matlab и Simulink	<a href="http://matlab.exponenta.ru">http://matlab.exponenta.ru</a>	Ресурсы открытого доступа
2	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
3	Консультант плюс	<a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.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
5	Российский химический портал	<a href="http://www.chemport.ru/">http://www.chemport.ru/</a>	Ресурсы открытого доступа

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

### **Лекционные занятия**

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования, учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

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**

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

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 № 3 «Процессы и аппараты химической технологии».

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

Специализированная мебель: 23 ученических стола, 46 ученических стульев, стол и стул для преподавателя, доска.

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

Специализированная мебель: 9 столов, 16 стульев, стол и стул преподавателя; доска магнитно-меловая, шкаф, переносной ноутбук, экран.

### **Самостоятельная работа**

Помещение для проведения самостоятельной работы оснащено компьютерным оборудованием с подключением к сети «Интернет» и с доступом к электронно-информационной образовательной среде СамГТУ.

Специализированная мебель: 11 компьютерных столов, 11 кресел, 4 стола, 8 стульев, стол и стул для преподавателя.

Пакет прикладных программных продуктов:

- Microsoft Windows 8,1 Professional; - Microsoft Office 2013;
- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition;
- Справочная Правовая Система Консультант Плюс;
- Математическое программное обеспечение Mathcad;
- Программное обеспечение для программирования, численных расчетов и визуализации результатов Matlab;
- Пакет программного обеспечения UniSim Design.

## **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.03.09 «Процессы и аппараты химической  
технологии»

**Фонд оценочных средств  
по дисциплине  
Б1.О.03.09 «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>	Очная
<b>Год начала подготовки</b>	2021
<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>	432 / 12
<b>Форма контроля (промежуточная аттестация)</b>	Зачет, 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 Использует технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции	Владеть навыками использования технических средств контроля за параметрами технологического процесса
			Знать номенклатуру и принцип действия технических средств для контроля параметров технологических аппаратов и оборудования
			Уметь контролировать параметры технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции
		ОПК-4.3 Способен осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	Владеть навыками осуществления изменений параметров технологического процесса и эксплуатации технологических аппаратов при отклонениях от установленных норм с соблюдением требований безопасности

			<p>Знать основы проведения технологических процессов химической технологии в соответствии с технологическим регламентом</p>
			<p>Уметь обеспечивать проведение технологического процесса и эксплуатацию технологического оборудования в соответствии с технологическим регламентом и установленными нормами</p>
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-2.1 Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность задач, обеспечивающих ее достижение	<p>Владеть навыками разработки и реализации проектов по процессам химической технологии и расчета технологического оборудования, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения</p>
			<p>Знать основные понятия и методы математического анализа и математической статистики для выбора оптимальных способов решения поставленных задач при осуществлении профессиональной деятельности; основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов и аппаратов.</p>
			<p>Уметь определять в рамках поставленной цели проекта совокупность задач, обеспечивающих ее достижение; выбирать эффективные, оптимальные способы решения задач по проектированию аппаратов и химико-технологических процессов</p>

## Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
<b>Основные закономерности процессов и общие принципы расчета аппаратов химической технологии</b>				
ОПК-4.1 Использует технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции	<b>Владеть</b> навыками использования технических средств контроля за параметрами технологического процесса	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Знать</b> номенклатуру и принцип действия технических средств для контроля параметров технологических аппаратов и оборудования	Устный опрос	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
	<b>Уметь</b> контролировать параметры технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
ОПК-4.3 Способен осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	<b>Уметь</b> обеспечивать проведение технологического процесса и эксплуатацию технологического оборудования в соответствии с технологическим регламентом и установленными нормами	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Знать</b> основы проведения технологических процессов химической технологии в соответствии с технологическим регламентом	Устный опрос	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
	<b>Владеть</b> навыками осуществления изменений параметров технологического процесса и эксплуатации технологических аппаратов при отклонениях от установленных норм с соблюдением требований безопасности	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
УК-2.1 Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность задач, обеспечивающих ее достижение	<b>Владеть</b> навыками разработки и реализации проектов по процессам химической технологии и расчета технологического оборудования, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Знать</b> основные понятия и методы математического анализа и математической статистики для выбора оптимальных способов решения поставленных задач при осуществлении профессиональной деятельности; основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов и аппаратов.	Устный опрос	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да

	<b>Уметь</b> определять в рамках поставленной цели проекта совокупность задач, обеспечивающих ее достижение; выбирать эффективные, оптимальные способы решения задач по проектированию аппаратов и химико-технологических процессов	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
<b>Механические и гидромеханические процессы</b>				
ОПК-4.1 Использует технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции	<b>Владеть</b> навыками использования технических средств контроля за параметрами технологического процесса	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет
	<b>Уметь</b> контролировать параметры технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет
	<b>Знать</b> номенклатуру и принцип действия технических средств для контроля параметров технологических аппаратов и оборудования	Устный опрос	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
ОПК-4.3 Способен осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	<b>Знать</b> основы проведения технологических процессов химической технологии в соответствии с технологическим регламентом	Устный опрос	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
	<b>Уметь</b> обеспечивать проведение технологического процесса и эксплуатацию технологического оборудования в соответствии с технологическим регламентом и установленными нормами	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет
	<b>Владеть</b> навыками осуществления изменений параметров технологического процесса и эксплуатации технологических аппаратов при отклонениях от установленных норм с соблюдением требований безопасности	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет
УК-2.1 Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность задач, обеспечивающих ее достижение	<b>Владеть</b> навыками разработки и реализации проектов по процессам химической технологии и расчета технологического оборудования, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет

	<b>Знать</b> основные понятия и методы математического анализа и математической статистики для выбора оптимальных способов решения поставленных задач при осуществлении профессиональной деятельности; основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов и аппаратов.	Устный опрос	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
	<b>Уметь</b> определять в рамках поставленной цели проекта совокупность задач, обеспечивающих ее достижение; выбирать эффективные, оптимальные способы решения задач по проектированию аппаратов и химико-технологических процессов	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет
<b>Тепловые процессы и аппараты</b>				
ОПК-4.1 Использует технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции	<b>Знать</b> номенклатуру и принцип действия технических средств для контроля параметров технологических аппаратов и оборудования	Устный опрос	Да	Нет
		Вопросы к зачету	Нет	Да
	<b>Уметь</b> контролировать параметры технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Владеть</b> навыками использования технических средств контроля за параметрами технологического процесса	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
ОПК-4.3 Способен осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	<b>Владеть</b> навыками осуществления изменений параметров технологического процесса и эксплуатации технологических аппаратов при отклонениях от установленных норм с соблюдением требований безопасности	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
		<b>Уметь</b> обеспечивать проведение технологического процесса и эксплуатацию технологического оборудования в соответствии с технологическим регламентом и установленными нормами	Отчет по практическим занятиям	Да
	<b>Знать</b> основы проведения технологических процессов химической технологии в соответствии с технологическим регламентом	Устный опрос	Да	Нет
		Вопросы к зачету	Нет	Да
	УК-2.1 Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность задач, обеспечивающих ее достижение	<b>Знать</b> основные понятия и методы математического анализа и математической статистики для выбора оптимальных способов решения поставленных задач при осуществлении профессиональной деятельности; основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов и аппаратов.	Устный опрос	Да
Вопросы к зачету			Нет	Да



	<b>Уметь</b> определять в рамках поставленной цели проекта совокупность задач, обеспечивающих ее достижение; выбирать эффективные, оптимальные способы решения задач по проектированию аппаратов и химико-технологических процессов	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Владеть</b> навыками разработки и реализации проектов по процессам химической технологии и расчета технологического оборудования, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
<b>Процессы разделения неоднородных систем</b>				
ОПК-4.1 Использует технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции	<b>Знать</b> номенклатуру и принцип действия технических средств для контроля параметров технологических аппаратов и оборудования	Устный опрос	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
		Защита курсового проекта	Нет	Да
	<b>Владеть</b> навыками использования технических средств контроля за параметрами технологического процесса	Защита курсового проекта	Нет	Да
	<b>Уметь</b> контролировать параметры технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции	Защита курсового проекта	Нет	Да
ОПК-4.3 Способен осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	<b>Уметь</b> обеспечивать проведение технологического процесса и эксплуатацию технологического оборудования в соответствии с технологическим регламентом и установленными нормами	Защита курсового проекта	Нет	Да
		<b>Владеть</b> навыками осуществления изменений параметров технологического процесса и эксплуатации технологических аппаратов при отклонениях от установленных норм с соблюдением требований безопасности	Защита курсового проекта	Нет
	<b>Знать</b> основы проведения технологических процессов химической технологии в соответствии с технологическим регламентом	Устный опрос	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
		Защита курсового проекта	Нет	Да
	УК-2.1 Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность задач, обеспечивающих ее достижение	<b>Знать</b> основные понятия и методы математического анализа и математической статистики для выбора оптимальных способов решения поставленных задач при осуществлении профессиональной деятельности; основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов и аппаратов.	Устный опрос	Да
Вопросы к экзамену			Нет	Да
Защита курсового проекта			Нет	Да

	<b>Владеть</b> навыками разработки и реализации проектов по процессам химической технологии и расчета технологического оборудования, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения	Защита курсового проекта	Нет	Да	
	<b>Уметь</b> определять в рамках поставленной цели проекта совокупность задач, обеспечивающих ее достижение; выбирать эффективные, оптимальные способы решения задач по проектированию аппаратов и химико-технологических процессов	Защита курсового проекта	Нет	Да	
<b>Массообменные процессы и аппараты</b>					
ОПК-4.1 Использует технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции	<b>Знать</b> номенклатуру и принцип действия технических средств для контроля параметров технологических аппаратов и оборудования	Устный опрос	Да	Нет	
		Вопросы к экзамену	Нет	Да	
		Защита курсового проекта	Нет	Да	
	<b>Владеть</b> навыками использования технических средств контроля за параметрами технологического процесса	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет	
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет	
	<b>Уметь</b> контролировать параметры технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет	
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет	
	ОПК-4.3 Способен осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	<b>Уметь</b> обеспечивать проведение технологического процесса и эксплуатацию технологического оборудования в соответствии с технологическим регламентом и установленными нормами	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
			отчет по лабораторным работам	Да	Нет
<b>Владеть</b> навыками осуществления изменений параметров технологического процесса и эксплуатации технологических аппаратов при отклонениях от установленных норм с соблюдением требований безопасности		Отчет по практическим занятиям	Да	Нет	
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет	
<b>Знать</b> основы проведения технологических процессов химической технологии в соответствии с технологическим регламентом		Устный опрос	Да	Нет	
		Вопросы к экзамену	Нет	Да	
		Защита курсового проекта	Нет	Да	

УК-2.1 Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность задач, обеспечивающих ее достижение	<b>Знать</b> основные понятия и методы математического анализа и математической статистики для выбора оптимальных способов решения поставленных задач при осуществлении профессиональной деятельности; основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов и аппаратов.	Устный опрос	Да	Нет	
		Вопросы к экзамену	Нет	Да	
		Защита курсового проекта	Нет	Да	
	<b>Владеть</b> навыками разработки и реализации проектов по процессам химической технологии и расчета технологического оборудования, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет	
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет	
	<b>Уметь</b> определять в рамках поставленной цели проекта совокупность задач, обеспечивающих ее достижение; выбирать эффективные, оптимальные способы решения задач по проектированию аппаратов и химико-технологических процессов	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет	
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет	
	<b>Современные проблемы в области процессов и аппаратов в химической и нефтехимической промышленности</b>				
	ОПК-4.1 Использует технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции	<b>Владеть</b> навыками использования технических средств контроля за параметрами технологического процесса	Защита курсового проекта	Нет	Да
<b>Знать</b> номенклатуру и принцип действия технических средств для контроля параметров технологических аппаратов и оборудования			Устный опрос	Да	Нет
<b>Уметь</b> контролировать параметры технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции		Вопросы к экзамену	Нет	Да	
		Защита курсового проекта	Нет	Да	
ОПК-4.3 Способен осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	<b>Уметь</b> обеспечивать проведение технологического процесса и эксплуатацию технологического оборудования в соответствии с технологическим регламентом и установленными нормами	Защита курсового проекта	Нет	Да	
		<b>Знать</b> основы проведения технологических процессов химической технологии в соответствии с технологическим регламентом	Устный опрос	Да	Нет
	<b>Владеть</b> навыками осуществления изменений параметров технологического процесса и эксплуатации технологических аппаратов при отклонениях от установленных норм с соблюдением требований безопасности	Вопросы к экзамену	Нет	Да	
		Защита курсового проекта	Нет	Да	
	<b>Владеть</b> навыками осуществления изменений параметров технологического процесса и эксплуатации технологических аппаратов при отклонениях от установленных норм с соблюдением требований безопасности	Защита курсового проекта	Нет	Да	
		Защита курсового проекта	Нет	Да	

УК-2.1 Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность задач, обеспечивающих ее достижение	<b>Владеть</b> навыками разработки и реализации проектов по процессам химической технологии и расчета технологического оборудования, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения	Курсовой проект	Нет	Да
	<b>Знать</b> основные понятия и методы математического анализа и математической статистики для выбора оптимальных способов решения поставленных задач при осуществлении профессиональной деятельности; основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов и аппаратов.	Устный опрос	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
		Защита курсового проекта	Нет	Да
	<b>Уметь</b> определять в рамках поставленной цели проекта совокупность задач, обеспечивающих ее достижение; выбирать эффективные, оптимальные способы решения задач по проектированию аппаратов и химико-технологических процессов	Защита курсового проекта	Нет	Да
		Вопросы к экзамену	Нет	Да

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы.

## Формы текущего контроля успеваемости

### Семестр 4

#### Примерные вопросы к 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 - 4. Моделирование гидромеханических процессов. «Моделирование трубопроводов в программной среде UniSim Design»

1. Классификация трубопроводов по конструктивным признакам.
2. Классификация трубопроводов по эксплуатационным признакам.
3. Классификация основных видов нагрузок, испытываемых трубопроводами.
4. Определение силового возбуждения и кинематического возбуждения.
5. Перечислите способы соединения трубопроводов.
6. Перечислите основные допущения математической модели виброакустического взаимодействия в трубопроводных системах.
7. Основные законы сохранения и уравнение состояния, используемые при выводе математической модели виброакустического взаимодействия в трубопроводных системах.
8. Опишите математическую модель акустической нагрузки на выходе трубопровода

### Семестр 6

##### Лабораторная работа № 1-2. Ректификация бинарной смеси

1. Основное уравнение массопередачи, коэффициент массопередачи, его физический смысл и размерность.
2. Уравнение массоотдачи, коэффициент массоотдачи, его размерность и физический смысл.

3. В чём сущность и какова физическая основа простой перегонки? Что такое фракционная перегонка?
4. Какие факторы технологического процесса влияют на скорость и качество процесса ректификации?
5. Классификация ректификационных колонн. Контактные устройства
6. Принцип действия простой ректификационной колонны
7. Уравнение рабочей линии. Число теоретических тарелок. Коэффициент полезного действия реальной тарелки

### **Лабораторная работа № 3-4. Моделирование массообменных процессов в программной среде UniSim Design**

1. Основные массообменные процессы, применяющиеся в химической технологии?
2. Какие фундаментальные законы лежат в основе описания массообменных процессов?
3. Что такое фазовое равновесие? Какие методы расчета констант фазового равновесия вы знаете?
4. Какие основные задачи решаются при моделировании равновесия «жидкость-пар»?
5. Как выражается условие термодинамического равновесия между жидкостью и паром? В системе «жидкость-жидкость»?
6. Какие вы знаете соотношения, связывающие активность компонента с составом смеси и температурой?
7. Что такое массопередача и массоотдача? Как связаны между собой коэффициенты массоотдачи и массопередачи?
8. Что такое ректификация? Какие уравнения входят в математическое описание процесса ректификации?
9. Что является исходными данными и результатом расчета при моделировании процесса ректификации?
10. В чем коренное отличие моделирования насадочной колонны от тарельчатой?

## Примерные вопросы к практическим занятиям

### Семестр 4

#### Практическое занятие № 1-4 Основы гидравлики «Основные зависимости и расчетные формулы прикладной гидравлики»

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?

#### Практическое занятие № 5-6 «Гидравлика кипящего слоя»

1. Какие силы действуют на твердую частицу в потоке газа или жидкости?
2. Что такое скорость витания?
3. От чего зависит скорость витания?
4. Что такое дифманометр и для чего он служит?
5. Что такое термоанемометр и каков принцип его действия?
6. Как определяют экспериментально скорость витания частицы?
7. Что такое коэффициент формы частицы?
8. Чему равна скорость воздуха у поверхности частицы, если частица неподвижна относительно стенок трубы, движется вместе с потоком, падает вниз?
9. Что такое дисперсность материала?
10. Как рассчитать поверхность теплообмена в кипящем слое?
11. Напишите уравнения теплового баланса и теплообмена для установки с кипящим слоем

#### Практическое занятие № 7-8 «Режимы течения жидкости»

1. Критерий определения режима течения жидкости
2. Закон сохранения энергии (уравнение Бернулли) для потока реальной несжимаемой жидкости
3. Четыре характерные зоны графика Никурадзе
4. Назовите режимы движения жидкости и укажите их характерные особенности.
5. Поясните, что такое критерий Рейнольдса, и назовите факторы, от которых он зависит.
6. Поясните, что такое критическое число Рейнольдса?

7. Поясните, каким образом при гидравлических расчётах определяют режим движения жидкости и с какой целью?
8. Поясните, что такое критическая скорость, от каких факторов она зависит и как её определяют?
9. Напишите и поясните аналитические зависимости потерь напора по длине от средней скорости потока при ламинарном и турбулентном режимах движения жидкости

### **Практическое занятие № 9-10 «Потери напора»**

1. Определение потерь напора на трение и местные сопротивления
2. Какие существуют режимы течения жидкости? Опишите их.
3. В чем заключается физический смысл критерия Рейнольдса?
4. Как определяется режим течения?
5. От каких параметров потока зависит режим течения?
6. Назовите критическое значение критерия  $Re$  для трубы круглого сечения
7. Зачем нужно знать режим течения?
8. Как изменяется режим течения в данной работе?
9. Каким образом изменяется скорость потока?
10. Как поддерживается установившийся характер потока?

### **Практическое занятие № 11-12 «Скорость и расход жидкости»**

1. Понятие об отверстии в «тонкой стенке» и насадках
2. Особенности истечения жидкости через отверстия в «тонкой стенке» и через цилиндрический насадок
3. От каких факторов зависят скорость и расход жидкости при истечении через отверстия и насадок?
4. Как в данной работе производится измерение скорости истечения?
5. От каких факторов зависит время опорожнения резервуара?
6. Как в данной работе поддерживается постоянный напор при истечении через отверстия и насадок? Какие способы еще возможны?
7. Объясните смысл и назовите численные значения коэффициентов скорости, сжатия и расхода для круглого отверстия и цилиндрического насадка.
8. Как и почему отличаются значения скорости и расхода при истечении из отверстий в «тонкой стенке» и из насадка?
9. Сопоставьте величины скорости и расхода при истечении через отверстие и цилиндрический насадок одинакового сечения при одних и тех же условиях
10. Влияет ли форма отверстий на величину расхода?

### **Практическое занятие № 13-14 «Процесс фильтрования»**

1. Классификационные признаки процесса фильтрования
2. Уравнение кинетики процесса фильтрования
3. Фильтровальные перегородки.
4. Классификация осадков
5. Что такое порозность?
6. Удельное сопротивление осадка
7. Движущая сила процесса фильтрования
8. Эмпирический закон Дарси
9. Сопротивление фильтровальной перегородки



10. Процесс фильтрования при постоянной разности давлений
11. Какие целевые продукты получают при очистном и продуктивном фильтровании?
12. Требования, предъявляемые к фильтровальным перегородкам. Какие материалы используют для изготовления фильтровальных перегородок?
13. Как происходит процесс фильтрования с использованием вспомогательных материалов?
14. Что является движущей силой процесса фильтрования?
15. Способы создания движущей силы и их влияние на условия проведения процесса фильтрования
16. Метод определения констант фильтрования

### **Практическое занятие № 15-16 «Процесс разделения суспензий»**

1. Методы проведения процесса разделения суспензий
2. Как определяется эффективность процесса разделения суспензии?
3. Типы и конструкции осадительных центрифуг
4. Параметры, характеризующие работу центрифуг
5. Что такое фактор разделения
6. Что такое индекс производительности
7. Достоинства и недостатки осадительных центрифуг
8. Достоинства и недостатки отстойных центрифуг
9. От чего зависит производительность центрифуги
10. Что является движущей силой процесса фильтрования суспензий и какими способами она может создаваться?
11. Для чего в барабанном вакуум-фильтре производится перемешивание суспензии?
12. Из каких стадий складывается разделение суспензии в фильтрующих центрифугах?

### **Семестр 5**

#### **Практическое занятие № 1-2 «Изучение принципов работы аппаратов воздушного охлаждения»**

1. Назначение горизонтальных аппаратов воздушного охлаждения.
2. Принцип действия горизонтального АВО
3. Преимущества аппарата 2 АВГ
4. Назначение аппарата воздушного охлаждения 1АВГ-В
5. Принцип действия аппарата АВГ-ВВ
6. Преимущества аппарата АВЗ
7. Условия использования аппаратов АВЗ-Д
8. Поясните конструкцию аппаратов АВЗ-ПГС
9. Назначение и принцип действия блочно-модульных АВО
10. Особенности аппаратов АВМ-Г и АВМ-В.
11. Преимущества применения малопоточного АВО

### **Практическое занятие № 3-4 «Изучение принципов работы кожухотрубчатых теплообменных аппаратов»**

1. Устройство кожухотрубного теплообменника
2. Виды и типы кожухотрубных теплообменников
3. Функциональные возможности кожухотрубчатого аппарата
4. Принцип работы и конструкции кожухотрубчатого аппарата
5. Преимущества и недостатки кожухотрубчатых теплообменников разных типов
6. Принципы маркировки теплообменных аппаратов
7. Аппараты с температурными компенсаторами на корпусе
8. Системы с плавающей головкой
9. Принципиальная схема одно- и двухходового теплообменника

### **Практическое занятие № 5-6 «Процесс теплообмена через поверхность»**

1. Выведите уравнение теплопроводности через однослойную плоскую стенку при стационарном режиме
2. По какому закону изменяется температура в однослойной плоской стенке?
3. От каких величин зависит тепловой поток, передаваемый теплопроводностью через однослойную плоскую стенку?
4. Теплопроводность через многослойную плоскую стенку при стационарном режиме – вывод уравнения
5. Объясните понятие «термическое сопротивление стенки».
6. Как определяется температура между слоями в многослойной плоской стенке?
7. Выведите уравнение теплопроводности через однослойную цилиндрическую стенку при стационарном режиме.
8. Каков закон изменения температуры в однослойной цилиндрической стенке?
9. От каких величин зависит теплопроводность однослойной цилиндрической стенки?
10. Выведите уравнение теплопроводности через многослойную цилиндрическую стенку при стационарном режиме.

### **Практическое занятие № 7-8 «Теплообменники типа 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?

### **Практическое занятие № 9-10 «Теплообмен в рекуперативных теплообменниках»**

1. Как классифицируются тепломассообменные аппараты?
2. Опишите принцип работы и приведите примеры рекуперативных, регенеративных, смесительных тепломассообменных аппаратов и теплообменников с внутренними источниками энергии.
3. Укажите достоинства и недостатки кожухотрубных и пластинчатых теплообменников.
4. По каким схемам осуществляется движение теплоносителей в тепломассообменных аппаратах?
5. Запишите формулу для определения водяного эквивалента.
6. Приведите графики изменения температур рабочих жидкостей в аппаратах с прямотоком и противотоком.
7. Какие бывают виды тепловых расчетов теплообменников, в чем их отличие?
8. Напишите основные уравнения, применяемые при тепловом расчете рекуперативных аппаратов?
9. По каким формулам определяются среднелогарифмический и среднеарифметический температурные напоры?
10. Как определить средний температурный напор для теплообменника со сложной схемой движения теплоносителей?
11. Как определяются конечные температуры теплоносителей в аппаратах с прямотоком и противотоком?

### **Практическое занятие № 11-12 «Расчет кожухотрубного теплообменного аппарата»**

Задание 1 : Определить количество трубок  $n$  горизонтального кожухотрубного конденсатора, число ходов по нагреваемой воде  $Z$  и температуру воды на выходе из теплообменника  $T_2''$ , если скорость движения воды в трубках  $w_2 = 3$  м/с. Наружный диаметр трубок  $d_{нар} = 20$  мм, внутренний  $d_{вн} = 16$  мм. Длина труб  $l = 1,8$  м, материал – углеродистая сталь 20. Внутренний диаметр корпуса  $D = 0,64$  м. Температура воды на входе в теплообменник  $T_2' = 30$  °С. Сухой насыщенный водяной пар при давлении  $p = 1,43$  бар подается в межтрубное пространство. Конденсат удаляется при температуре насыщения.

Задание 2. Рассчитать и подобрать нормализованный кожухотрубчатый испаритель для нагрева смеси углеводородов керосином газодиффузионной установки.

Исходные данные: расход смеси углеводородов 80000 кг/ч, которая подается в межтрубное пространство с давлением - 2,4 МПа; начальная температура углеводородов 98°С, конечная температура (температура кипения) углеводородов - 104,5°С; начальная температура керосина - 280°С, конечная - 150°С, керосин подается в трубное пространство с давлением - 2,9 Мпа.

Теплофизические свойства теплоносителей при средней рабочей температуре. Смесь углеводородов: теплота парообразования  $78,71 \cdot 10^3$  Дж/кг, коэффициент теплоемкости  $1,415 \cdot 10^3$  Дж/(кг·°С), плотность углеводородов  $407,71$  кг/м<sup>3</sup>,

коэффициент динамической вязкости углеводородов  $0,057 \cdot 10^{-3}$  Па·с, плотность пара  $74,5 \text{ кг/м}^3$ , поверхностное натяжение углеводородов  $1,51 \cdot 10^{-3}$  Н/м, коэффициент теплопроводности углеводородов  $0,074945 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ , температура кипения углеводородов  $377,43 \text{ К}$ . Керосин: коэффициент теплоемкости  $2863,91 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{}^\circ\text{C)}$ ; плотность  $690 \text{ кг/м}^3$ , ориентировочный коэффициент теплопередачи  $K_{\text{оп}} = 400 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$ , коэффициент динамической вязкости  $0,260 \cdot 10^{-3}$  Па·с, коэффициент теплопроводности  $0,0893 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ . Коэффициент теплопроводности углеродистой стали  $46,5 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ .

### **Практическое занятие № 13-16 «Компьютерное моделирование теплообменных процессов»**

1. Как соотносятся между собой скорости распространения тепла при передаче его теплопроводностью, свободной конвекцией и тепловым излучением?
2. Чем отличаются друг от друга различные механизмы переноса тепла?
3. Какие технологические процессы в химической и нефтехимической промышленности сопровождаются нестационарной теплопроводностью, свободной конвекцией, тепловым излучением?
4. Что является качественной характеристикой процесса теплопередачи?
5. Каков характер изменения температуры по толщине плоской и цилиндрической стенок?
6. Дайте определение понятию термического сопротивления стенки.
7. Каковы основные трудности тепловых расчетов при переносе тепла теплопроводностью?

### **Семестр 6**

#### **Практическое занятие № 1-4 «Гидродинамика колонных аппаратов»**

1. Какие гидродинамические модели вы знаете?
  2. Какие методы применяются для определения гидродинамической структуры потоков в аппаратах?
  3. Назовите основные типовые возмущения.
  4. Что такое кривая отклика?
  5. Назовите основные параметры ячеечной гидродинамической модели.
  6. Какие данные необходимы для проверки модели на адекватность?
  7. Назовите основные элементы ректификационной колонны
  8. Какова сущность метода потарелочного расчета ректификационной колонны? строение тарельчатых и насадочных колонн.
  9. Гидродинамические режимы работы тарельчатых и насадочных колонн.
  10. Из чего складывается гидравлическое сопротивление тарелок?
  11. Как рассчитывается гидравлическое сопротивление сухой насадки?
  12. У каких тарелок больше гидравлическое сопротивление?
  13. Что такое плотность орошения?
  14. Как определяется сопротивление орошаемой насадки?
- Задача 1: Определить скорость захлебывания колонного аппарата, оснащенного насадкой  $60 \times 60$  с сеткой  $2,5 \times 0,5$ , по следующим данным: диаметр аппарата —  $1200 \text{ мм}$ , расход жидкости —  $23 \text{ т/час}$ ; плотность газа —  $2,74 \text{ кг/м}^3$ ; плотность жидкости —  $873 \text{ кг/м}^3$ ; коэффициент поверхностного натяжения жидкости —  $0,065 \text{ Н/м}$ .
- Задача 2 Как изменится скорость захлебывания, если в условии задачи 1:
- А) увеличить расход жидкости в 2 раза;

Б) использовать насадку с сеткой 1,6x0,4.  
Объяснить полученные результаты.

### **Практическое занятие № 5-6 «Основы процесса абсорбции»**

1. Что такое процесс абсорбции?
2. Что такое физическая и что такое химическая абсорбция?
3. Как называется обратный процесс физической абсорбции?
4. Для чего применяют процесс абсорбции?
5. От каких параметров состояния зависит содержание газа в растворе?
6. Какой закон описывает в состоянии равновесия при постоянных температуре и общем давлении, взаимосвязь между парциальным давлением газа А и составом жидкой фазы?
7. Укажите, для каких растворов справедлив закон Генри?
8. Что такое коэффициент распределения и что он характеризует?
9. Как определить скорость абсорбции?
10. Всегда ли справедлив закон Генри, и какие отклонения от него наблюдаются?

### **Практическое занятие № 7-8 «Основы процесса ректификации»**

1. Какой процесс разделения веществ называется ректификацией? Какие при этом используются отличия физических свойствах разделяемых веществ?
2. Какие смеси называют смеси азеотропными или нераздельно кипящими? Почему их нельзя разделить с помощью ректификации?
3. Почему стандарт устанавливает концентрацию спирта-ректификата, Какие дополнительные требования предъявляются к этому продукту?
4. Как устроена ректификационная колонна?  
Какие устройства используются в ней в качестве элементов для увеличения контактного взаимодействия движущихся в колонне фаз?
5. С чем связано захлебывание ректификационной колонны? Как можно его обнаружить и предотвратить?
6. Как работает ректификационная колонна при равенстве флегмового числа нулю? Как меняется степень очистки и концентрация получаемого этилового спирта?
7. Флегмовое число и его влияние на качество разделения исходной смеси ректификационной колонны?
8. Как изменяются эксплуатационные расходы с увеличением флегмового числа?

### **Практическое занятие № 9-10 «Основы процесса сушки»**

1. В чем заключаются назначение и основные принципы процесса сушки?
2. Какие виды сушки различают по способу подвода теплоты к влажному материалу?
3. Какими параметрами определяется равновесие в процессе сушки?
4. Каким образом выражается концентрация влаги в различных материалах?
5. Какими периодами определяется кинетика процесса конвективной сушки?
6. Какие основные типы контактных и конвективных сушилок существуют?
7. Интенсификация массопередачи при сушке

8. Равновесие между фазами в процессе сушки. Направление и движущая сила сушки.
9. Кинетика сушки. Определение скорости и времени сушки.

### **Практическое занятие № 11-12 «Разделение бинарной смеси»**

1. Основное уравнение массопередачи, коэффициент массопередачи, его физический смысл и размерность.
2. Уравнение массоотдачи, коэффициент массоотдачи, его размерность и физический смысл.
3. В чём сущность и какова физическая основа простой перегонки? Что такое фракционная перегонка?
4. Какие факторы технологического процесса влияют на скорость и качество процесса ректификации?
5. Классификация ректификационных колон. Контактные устройства
6. Принцип действия простой ректификационной колонны
7. Уравнение рабочей линии. Число теоретических тарелок. Коэффициент полезного действия реальной тарелки

### **Практическое занятие № 13-14 «Основы адсорбции»**

1. В чем заключаются принцип и назначение процессов адсорбции и ионного обмена?
2. Как описываются условия равновесия в процессах адсорбции и ионного обмена?
3. Какие параметры влияют на активность адсорбента?
4. Какие вещества используются в качестве адсорбентов и ионообменных смол?
5. Какие основные типы аппаратов применяются для проведения процессов адсорбции и ионного обмена?
6. Промышленные адсорбенты и иониты. Материальный баланс адсорбции
7. Классификация и устройство аппаратов для проведения адсорбции

### **Практическое занятие № 15-16 «Компьютерное моделирование массообменных процессов»**

1. Основные массообменные процессы, применяющиеся в химической технологии?
2. Какие фундаментальные законы лежат в основе описания массообменных процессов?
3. Что такое фазовое равновесие? Какие методы расчета констант фазового равновесия вы знаете?
4. Какие основные задачи решаются при моделировании равновесия «жидкость-пар»?
5. Как выражается условие термодинамического равновесия между жидкостью и паром? В системе «жидкость-жидкость»?
6. Какие вы знаете соотношения, связывающие активность компонента с составом смеси и температурой?
7. Что такое массопередача и массоотдача? Как связаны между собой коэффициенты массоотдачи и массопередачи?
8. Что такое ректификация? Какие уравнения входят в математическое описание процесса ректификации?

9. Что является исходными данными и результатом расчета при моделировании процесса ректификации?
10. В чем коренное отличие моделирования насадочной колонны от тарельчатой?

### **Примерные темы курсовых проектов**

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. Расчет 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.

### **Формы промежуточной аттестации**

#### **Семестр 4**

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

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. Техничко-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. Псевдооживение.
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 неизоотермический 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.

### **Семестр 5**

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

1. Теоретические основы теплообменных процессов
2. Математическая постановка и решение задачи о нестационарном переносе теплоты в твердых телах.
3. Время прогрева твердого тела, уравнение конвективного переноса теплоты с источниками тепла.
4. Начальные и граничные условия. Коэффициент теплоотдачи. Уравнение Фурье-Кирхгофа.



5. Математическая постановка и решение задачи о переносе теплоты при вынужденном движении жидкостей (газов) в трубах.
6. Математическая постановка и решение задачи о переносе теплоты при естественной конвекции.
7. Теплообмен между жидкостью (газом) и поверхностью.
8. Безразмерная форма уравнения переноса теплоты и оценки порядка его членов. Толщина теплового пограничного слоя.
9. Представление решения уравнения переноса теплоты в критериальной форме.
10. Некоторые эмпирические соотношения для расчета коэффициентов теплоотдачи при сохранении агрегатного состояния теплоносителя.
11. Теплоотдача с изменением агрегатного состояния теплоносителя. Кипение жидкостей. Конденсация пара.
12. Основы переноса теплоты излучением. Теплоотдача при одновременном действии механизмов конвекции и излучения.
13. Теплообмен между пленкой жидкости и газовым потоком.
14. Теплообмен сплошных сред с дисперсными средами.
15. Теплообмен между твердой частицей и обтекающим ее потоком жидкости (газа).
16. Теплообмен в дисперсных средах газ-твердое тело: в стационарном, движущемся, псевдоожигенном, фонтанирующем слоях.
17. Теплообмен между дисперсной средой и твердой поверхностью.
18. Методы интенсификации процессов теплоотдачи
19. Расчет основных и оптимальных режимов работы теплообменников при их проектировании.
20. Использование моделирующей системы UniSim Design для исследования и оптимизации теплообменных процессов.
21. Кожухотрубчатые теплообменники (с неподвижными трубными решетками, с U-образными трубами, с плавающей головкой)
22. Двухтрубные теплообменники типа «труба в трубе»
23. Пластинчатые теплообменники
24. Теплообменники смешения
25. Выпаривание, общая характеристика и назначение процесса. Классификация выпарных аппаратов

## **Семестр 6**

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

1. Массообменные процессы и аппараты, их роль и классификация
2. Равновесие при массопередаче. Законы равновесия. Уравнение равновесной линии.
3. Материальный баланс массообменного процесса. Рабочая линия процесса.
4. Перенос вещества молекулярной диффузией. Первый закон Фика.
5. Конвективная диффузия. Уравнение переноса вещества конвективной диффузией.
6. Механизм переноса вещества при конвективном массообмене. Уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи.
7. Критерии диффузионного подобия. Общий вид критериальных уравнений для расчета коэффициентов массоотдачи.

8. Массопередача. Основное уравнение массопередачи. Коэффициент массопередачи
9. Абсорбция. Характеристика процесса. Требования к абсорбентам
10. Равновесие при абсорбции. Законы Генри, Рауля
11. Равновесие при абсорбции. Влияние температуры и давления на процесс абсорбции.
12. Материальный баланс абсорбера. Рабочая линия абсорбера
13. Десорбция. Способы проведения десорбции. Рабочая и равновесная линии
14. Классификация абсорберов.
15. Последовательность расчета абсорбера.
16. Перегонка и ректификация. Общая характеристика процессов. Их роль и применение
17. Равновесие в системе пар-жидкость. Фазовые диаграммы. Идеальные и реальные смеси
18. Простая перегонка. Схема установки фракционной перегонки.
19. Перегонка под вакуумом. Перегонка с водяным паром
20. Ректификация. Установка непрерывной ректификации
21. Движущая сила массообменных процессов
22. Сушка. Общая характеристика процесса. Классификация методов сушки
23. Материальный баланс ректификационной установки непрерывного действия.
24. Флегмовое число, расчет его минимального и оптимального значений.
25. Порядок расчета ректификационной колонны непрерывного действия (установки)
26. Сушка. Общая характеристика процесса. Классификация методов сушки.
27. Характеристика влажных материалов. Виды связи влаги с материалом. Методы ее удаления.
28. Экстракция. Общая характеристика процесса. Основные конструкции экстракторов
29. Растворение и кристаллизация. Общие сведения о процессах и их применении
30. Мембранные процессы. Общие сведения о процессах и их применении

## Примерная структура билета



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
Филиал в г. Новокуйбышевске

Кафедра «Химия и химическая технология»

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии»

1. Общие принципы расчета химических аппаратов и машин: статика процессов (законы равновесия), материальный и энергетический балансы.
2. Особенности течения газов: изотермический и неизотермический потоки газов, течение газов с учётом фактора сжимаемости
3. Транспортирование жидкостей и газов. Насосы и вентиляторы, их классификация и основные характеристики

Для направления 18.03.01 Химическая технология  
Семестр 4

Составитель: \_\_\_\_\_ ФИО  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ ФИО  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

## **Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс 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.

Учебная дисциплина как правило формирует несколько компетенций, процедура оценивания представлена в таблице:

№	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Виды выставляемых оценок
1	Отчет по практическим занятиям (4-6 семестр)	Систематически в соответствии с расписанием занятий, письменно	зачет/незачет
2	Отчет по лабораторным работам (4; 6 семестр)	Систематически в соответствии с расписанием занятий, письменно	зачет/незачет
3	Защита курсового проекта (6 семестр)	На этапе промежуточной аттестации	по пятибалльной шкале
4	Зачет (5 семестр)	На этапе промежуточной аттестации	зачет/незачет
5	Экзамен (4;6 семестр)	На этапе промежуточной аттестации	по пятибалльной шкале

На этапе промежуточной аттестации (зачет) 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.

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

**Форма оценки знаний (пятибалльная шкала):** 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

Лабораторные работы и практические занятия оцениваются: «зачет», «незачет». Ответы и решения обучающихся оцениваются по следующим общим критериям: распознавание проблем; определение значимой информации; анализ проблем; аргументированность; использование стратегий; творческий подход; выводы; общая грамотность. Для оценивания тестовых заданий возможно использование балльно-рейтинговой оценки. Соответствие критериев оценивания сформированности планируемых результатов обучения (дескрипторов) системам оценок представлено в таблице:

#### Интегральная оценка

Критерии	Традиционная оценка	Балльно-рейтинговая оценка
5	5 (отлично)	86 - 100
4	4 (хорошо)	61-85
3	3 (удовлетворительно)	51-60
2 и 1	2, незачет	0-50
5,4,3	Зачет	51-100