

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Заболотный, Глеб Иванович

Должность: Директор филиала

Дата подписания: 18.06.2023 14:44:03

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. Заболотни

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### Б1.В.01 «Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов»

<b>Код и направление подготовки (специальность)</b>	18.04.01 Химическая технология
<b>Направленность (профиль)</b>	Технология химических производств
<b>Квалификация</b>	Магистр
<b>Форма обучения</b>	Очно-Заочная
<b>Год начала подготовки</b>	2022
<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, Зачет с оценкой, Экзамен

## **Б1.В.01 «Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов»**

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **18.04.01 Химическая технология**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 910 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 .....	7
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 .....	8
4.2 Содержание лабораторных занятий .....	10
4.3 Содержание практических занятий .....	10
4.4. Содержание самостоятельной работы .....	12
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) .....	15
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения .....	16
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем .....	17
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) .....	17
9. Методические материалы .....	18
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) .....	19

**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)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-1 Способен разрабатывать планы внедрения новых технологий на производстве, осуществлять реконструкцию и модернизацию производства	ПК-1.1 Разрабатывает планы внедрения новых технологий с учетом требований действующих нормативных документов	Владеть навыками планирования внедрения инновационных технологий в производственный процесс
			Знать основные инновационные направления развития химической технологии; основы планирования внедрения новых технологий; актуальные требования нормативно-правовой документации на проектирование деятельности в нефтепереработке и нефтехимии
			Уметь проводить работы по планированию внедрения новых технологий с учетом требований действующих нормативных документов
		ПК-1.2 Применяет способы и методы реконструкции и модернизации производства	Владеть навыками применения современных и прогрессивных способов модернизации производства
			Знать современные источники информации (интернет — базы данных) в области реконструкции и модернизации производства; передовые способы и методы реконструкции и модернизации химических производств

		Уметь оценивать эффективность технологического процесса, выделять и оценивать наиболее значимые риски при осуществлении работ по реконструкции и модернизации производства
	ПК-1.6 Анализирует и систематизирует данные о необходимости модернизации и оптимизации технологии	Владеть навыками системного анализа инновационных технологий для применения в конкретных условиях производства
		Знать методы анализа необходимости и целесообразности модернизации и оптимизации в области химической технологии
		Уметь проводить анализ и систематизацию данных о необходимости внедрения инновационных технологий
ПК-2 Способен соблюдать требования производственной дисциплины, требования органов, осуществляющих технический надзор	ПК-2.1 Контролирует внедрение требований системы менеджмента качества	Владеть навыками внедрения требований менеджмента качества в профессиональной деятельности
		Знать основные методы энерго- и ресурсосбережения в профессиональной деятельности
		Уметь осуществлять контроль внедрения требований системы менеджмента качества в области энерго- и ресурсосбережения
	ПК-2.4 Ведет производственную деятельность с учетом требований законодательства Российской Федерации	Владеть навыками в области разработки и оптимизации технологических процессов и систем с позиций энергои ресурсосбережения с учетом требований законодательства Российской Федерации

			Знать требования охраны труда, экологической и пожарной безопасности в области энерго- и ресурсосберегающих технологий химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств
			Уметь анализировать физико-химические закономерности, механизм и кинетику процессов энерго- и ресурсосбережения
	ПК-3 Способен планировать производственную деятельность, рассчитывать производственные мощности	ПК-3.3 Вносит предложения по совершенствованию технологических процессов, повышению качества выпускаемой продукции	Владеть навыками использования инновационных технологий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества выпускаемой продукции
			Знать цели и направления совершенствования технологических процессов в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности
			Уметь осуществлять работы по планированию производственной деятельности с применением инновационных технологий

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

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **часть, формируемая участниками образовательных отношений**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ПК-1	Организация научных исследований	Статистическая обработка и оформление научных исследований	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика
ПК-2			Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика

ПК-3	Выбор аппаратурного оформления химических производств; Выбор оборудования производств углеводородного сырья; Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика; Системный анализ процессов химической технологии и нефтепереработки; Технологические расчеты в химической технологии	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика
------	---	--

**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	2 семестр часов / часов в электронной форме	3 семестр часов / часов в электронной форме	4 семестр часов / часов в электронной форме
<b>Аудиторная контактная работа (всего),</b> в том числе:	88	24	32	32
Лекции	24	8	8	8
Практические занятия	56	16	16	24
Лабораторные работы	8	0	8	0
<b>Самостоятельная работа (всего),</b> в том числе:	304	84	144	76
подготовка к зачету	20	8	12	0
подготовка к лекциям	168	60	60	48
подготовка к практическим занятиям	48	16	16	16
выполнение курсовых проектов	40	0	40	0
подготовка к лабораторным работам	16	0	16	0
подготовка к экзамену	12	0	0	12
<b>Контроль</b>	36	0	0	36
<b>Итого: час</b>	432	108	180	144
<b>Итого: з.е.</b>	12	3	5	4

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

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Общие вопросы моделирования	4	0	4	32	40
2	Моделирование основных процессов химической технологии	12	8	28	138	186
3	Статистический анализ и оптимизация ХТП	4	0	16	58	78
4	Основные принципы создания энерго- и ресурсосберегающих технологий	4	0	8	76	88
	<b>Контроль</b>	0	0	0	0	36
	<b>Итого</b>	24	8	56	304	428

#### 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>2 семестр</b>				
1	Общие вопросы моделирования	Основные понятия и определения методов моделирования	Основные понятия и определения методов моделирования. Роль кибернетики в химической технологии. Математическое моделирование как современный метод анализа и синтеза химико-технологических процессов (ХТП).	2
2	Общие вопросы моделирования	Построение математических моделей	Методологические основы построения математических моделей процессов химической технологии. Метод физического и математического моделирования	2
3	Моделирование основных процессов химической технологии	Математическое описание детерминированных ХТП	Математическое описание детерминированных ХТП. Моделирование кинетики гомогенных и гетерогенных химических реакций. Краткие сведения из химической кинетики, скорость химической реакции, закон действующих масс.	2
4	Моделирование основных процессов химической технологии	Типовые математические модели структуры потоков в аппаратах	Стехиометрический анализ, механизмы реакций. Кинетические модели гомогенных химических реакций. Типовые математические модели структуры потоков в аппаратах. Модель идеального перемешивания. Модель идеального вытеснения.	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>8</b>
<b>3 семестр</b>				



5	Моделирование основных процессов химической технологии	Моделирование химических реакторов	Моделирование гомогенных реакторов. Структурный анализ процессов, протекающих в реакторе. Подход к построению математической модели химического реактора. Формирование модели гомогенного реактора идеального перемешивания. Анализ стационарного и динамического режимов работы	2
6	Моделирование основных процессов химической технологии	Моделирование теплообменных аппаратов	Основные уравнения тепловых процессов. Типы теплообменных аппаратов химической технологии. Принципы моделирования теплообменных аппаратов.	2
7	Моделирование основных процессов химической технологии	Моделирование колонных аппаратов	Математическое моделирование массообменных процессов. Принцип построения моделей массопередачи. Уравнения баланса массы, равновесия и кинетики реакции на примере математической модели	2
8	Моделирование основных процессов химической технологии	Моделирование колонных аппаратов	Моделирование гидродинамических потоков в колонном аппарате. Моделирование и управление ректификационной колонной для разделения бинарных смесей. Моделирование процессов на контактных устройствах ректификационных колонн	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>8</b>
<b>4 семестр</b>				
9	Статистический анализ и оптимизация ХТП	Статистический анализ ХТП	Обработка результатов эксперимента статистическими методами. Понятие случайной величины. Основные числовые характеристики случайной величины: математическое ожидание, дисперсия. Стохастическая связь. Понятие генеральной совокупности, выборки. Выборочные статистические характеристики	2
10	Статистический анализ и оптимизация ХТП	Методы корреляционного и регрессионного анализа	Определение параметров модели по методу наименьших квадратов. Статистический анализ результатов химического эксперимента. Определение однородности дисперсий по критерию Кохрана. Оценка дисперсии воспроизводимости. Критерий Стьюдента при оценке значимости коэффициентов регрессии. Критерий Фишера для проверки адекватности полученного уравнения регрессии реальному эксперименту	2
11	Основные принципы создания энерго- и ресурсосберегающих технологий	Основные понятия энерго- и ресурсосбережения	Основные понятия и определения: ресурсосбережение, энергосбережение, безотходное химическое производство и малоотходное химическое производство, ресурсосберегающее химическое производство. Проблемы энерго- и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии и нефтепереработке	2

12	Основные принципы создания энерго- и ресурсосберегающих технологий	Системный анализ основных способов энерго- и ресурсосбережения	Технологические, аппаратурноконструкционные, режимнопараметрические и организационнотехнические приемы и операции. Смещение равновесия при обратимых реакциях, «замораживание системы», наилучшее использование движущей силы процесса (использование побочных разностей потенциала), уменьшение сопротивления химической реакции, уменьшение сопротивления массо- и теплопереносу, использование побочных продуктов и отходов, регенерация реагентов.	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>8</b>
<b>Итого:</b>				<b>24</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>3 семестр</b>				
1	Моделирование основных процессов химической технологии	Основы программирования химико-технологических процессов	Основы программирования в RPMS (Система моделирования нефтеперерабатывающего и нефтехимического производства)	2
2	Моделирование основных процессов химической технологии	Определение условий фазовых равновесий пар-жидкость идеальных растворов	Диаграммы фазового равновесия. Неидеальные и идеальные растворы. Положительные и отрицательные отклонения от закона Рауля. Законы Коновалова	2
3	Моделирование основных процессов химической технологии	Определение фазовой диаграммы вещества на основе аналитического уравнения состояния	Модель идеального газа и уравнение состояния идеального газа. Уравнение состояния газа Ван-дер-Ваальса. Особенности поведения газа при температуре выше критической.	2
4	Моделирование основных процессов химической технологии	Моделирование реакций в аппаратах с различной структурой потока	Гидродинамические модели и их характеристика. Типовые возмущения. Кривая отклика. Методы проверки модели на адекватность.	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>8</b>
<b>Итого:</b>				<b>8</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>2 семестр</b>				

1	Общие вопросы моделирования	Основные виды математических моделей	Построение математических моделей химико-технологических объектов. Способы решения математических моделей. Эмпирический подход к построению математических моделей.	2
2	Общие вопросы моделирования	Основные виды математических моделей	Построение математических моделей химико-технологических объектов. Способы решения математических моделей. Эмпирический подход к построению математических моделей.	2
3	Моделирование основных процессов химической технологии	Моделирование теплообменных процессов	Типовые теплообменные процессы химической технологии. Моделирование теплообменных процессов. Расчет теплового баланса.	2
4	Моделирование основных процессов химической технологии	Моделирование теплообменных процессов	Типовые теплообменные процессы химической технологии. Моделирование теплообменных процессов. Расчет теплового баланса.	2
5	Моделирование основных процессов химической технологии	Основные математические модели химических реакторов	Структура математической модели химического реактора. Основные математические модели химических реакторов. Характеристические уравнения реакторов.	4
6	Моделирование основных процессов химической технологии	Основные математические модели химических реакторов	Структура математической модели химического реактора. Основные математические модели химических реакторов. Характеристические уравнения реакторов	4
<b>Итого за семестр:</b>				<b>16</b>
<b>3 семестр</b>				
7	Моделирование основных процессов химической технологии	Моделирование массообменных процессов	Модели массообмена. Общая характеристика массообменных процессов. Основное уравнение массопередачи	4
8	Моделирование основных процессов химической технологии	Моделирование массообменных процессов	Равновесие массообменных систем. Модели массопереноса. Модель пограничного диффузионного слоя. Модель проникновения и обновления поверхности.	4
9	Моделирование основных процессов химической технологии	Моделирование массообменных процессов	Модели процессов переноса в многофазных потоках. Математическое описание процесса экстракции. Двужидкостная модель двухфазных потоков	4
10	Моделирование основных процессов химической технологии	Моделирование процесса ректификации	Схема потоков на тарелках колонны. Математическое описание общего материального баланса на тарелках колонны; покомпонентного материального баланса; теплового баланса.	4
<b>Итого за семестр:</b>				<b>16</b>
<b>4 семестр</b>				
11	Статистический анализ и оптимизация ХТП	Статистический анализ ХТП	Обработка результатов эксперимента статистическими методами. Понятие случайной величины. Основные числовые характеристики случайной величины	2

12	Статистический анализ и оптимизация ХТП	Статистический анализ ХТП	Выборочные статистические характеристики: среднее арифметическое, выборочная дисперсия, выборочный коэффициент корреляции	2
13	Статистический анализ и оптимизация ХТП	Методы корреляционного и регрессионного анализа	Пассивный эксперимент. Методы корреляционного и регрессионного анализа при обработке данных химического эксперимента. Виды регрессии.	2
14	Статистический анализ и оптимизация ХТП	Методы корреляционного и регрессионного анализа	Статистический анализ результатов химического эксперимента. Критерии анализа	2
15	Статистический анализ и оптимизация ХТП	Оптимизация ХТП	Дробный факторный эксперимент. Алгоритм симплексного метода. Планирование и оптимизация процесса механического обезвоживания торфа симплексным методом	2
16	Статистический анализ и оптимизация ХТП	Оптимизация ХТП	Постановка задачи оптимизации в ХТ. Критерий оптимальности, целевая функция и ресурсы оптимизации. Общая стратегия решения задачи оптимизации на ЭВМ	2
17	Статистический анализ и оптимизация ХТП	Методы оптимизации	Методы оптимизации, классификация. Экспериментально-статистические методы оптимизации. Метод Бокса Уилсона	2
18	Статистический анализ и оптимизация ХТП	Методы оптимизации	Параметры оптимизации химико-технологических систем. Показатели эффективности химико-технологических процессов	2
19	Основные принципы создания энерго- и ресурсосберегающих технологий	Оценка эффективности химического производства	Оптимальное распределение нагрузок между работающими технологическими аппаратами. Варианты распределения газовой и жидкостной нагрузок	4
20	Основные принципы создания энерго- и ресурсосберегающих технологий	Эксергетические балансы и характеристики химико-технологических систем	Уравнения эксергетического баланса. Эксергетическая производительность. Эксергетический анализ тепловых процессов. Решение задач	4
<b>Итого за семестр:</b>				<b>24</b>
<b>Итого:</b>				<b>56</b>

#### 4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов
<b>2 семестр</b>			

Общие вопросы моделирования	Самостоятельное изучение материала	Конспектирование основной и дополнительной литературы по темам: Роль кибернетики в химической технологии. Математическое моделирование как современный метод анализа и синтеза химико-технологических процессов (ХТП). Методологические основы построения математических моделей процессов химической технологии. Метод физического и математического моделирования. Подготовка к зачету по вопросам раздела	28
Общие вопросы моделирования	Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического материала по теме проведения практического занятия, оформление отчета	4
Моделирование основных процессов химической технологии	Самостоятельное изучение материала	Конспектирование основной и дополнительной литературы по темам: Математическое описание детерминированных ХТП. Моделирование кинетики гомогенных и гетерогенных химических реакций. Краткие сведения из химической кинетики, скорость химической реакции, закон действующих масс. Подготовка к зачету по вопросам раздела	40
Моделирование основных процессов химической технологии	Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического материала по теме проведения практического занятия, оформление отчета	12
<b>Итого за семестр:</b>			<b>84</b>
<b>3 семестр</b>			
Моделирование основных процессов химической технологии	Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического материала по теме проведения практического занятия, оформление отчета	16
Моделирование основных процессов химической технологии	Самостоятельное изучение материала	Конспектирование основной и дополнительной литературы по темам: Стехиометрический анализ, механизмы реакций. Кинетические модели гомогенных химических реакций. Типовые математические модели структуры потоков в аппаратах. Подготовка к зачету по вопросам раздела	14
Моделирование основных процессов химической технологии	Подготовка к лабораторным работам	Изучение теоретического материала по теме проведения лабораторной работы, оформление отчета	16
Моделирование основных процессов химической технологии	Выполнение курсового проекта	Выполнение курсового проекта	40

<b>Итого за семестр:</b>			<b>86</b>
<b>4 семестр</b>			
Статистический анализ и оптимизация ХТП	Самостоятельное изучение материала	Конспектирование основной и дополнительной литературы по темам: Статистический анализ ХТП. Роль статистических методов при обработке данных химического эксперимента. Представление объекта в виде «черного ящика». Эксперимент – основа построения статистических моделей. Понятие факторного пространства, функции отклика, поверхности отклика. Общий вид статистических моделей, уравнение регрессии, параметры уравнения. Оптимизация ХТП. Полный факторный эксперимент (ПФЭ). Понятие матрицы планирования, интервала варьирования, основного уровня. Кодирование переменных. Свойства матрицы планирования. Определение коэффициентов регрессии ПФЭ. Порядок составления плана. Статистический анализ уравнения регрессии. Пример разработки статистической модели и регрессионного анализа на основе ПФЭ. Подготовка к экзамену по вопросам раздела	50
Статистический анализ и оптимизация ХТП	Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического материала по теме проведения практического занятия, оформление отчета	8
Основные принципы создания энерго- и ресурсосберегающих технологий	Самостоятельное изучение материала	Конспектирование основной и дополнительной литературы по темам: Основные принципы создания энергои ресурсосберегающих технологий. Стратегия создания ресурсосберегающих производств и её реализация. Создание высокоселективных химических процессов. Принцип направленного совмещения процессов. Реализация принципа “сопряжённых” процессов. Разработка альтернативных процессов, основанных на меньшем числе химических стадий, выгодных стехиометрических соотношениях, более дешёвых и доступных видах сырья. Использование вторичных материальных и энергетических ресурсов, переработка побочных продуктов процессов. Подготовка к экзамену по вопросам раздела	68
Основные принципы создания энерго- и ресурсосберегающих технологий	Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического материала по теме проведения практического занятия, оформление отчета	8

<b>Итого за семестр:</b>	<b>134</b>
<b>Итого:</b>	<b>304</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	Массообменные процессы химической технологии; ХИМИЗДАТ, 2017. - Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/67361.html">http://www.iprbookshop.ru/67361.html</a>	Электронный ресурс
2	Математическое моделирование процессов тепломассопереноса и термоупругости : учебное пособие / А. В. Еремин [и др.]; Самар.гос.техн.ун-т, Теоретические основы теплотехники и гидромеханика.- Самара, 2018.- 230 с.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  elib  3448">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  elib  3448</a>	Электронный ресурс
3	Моделирование химико-технологических процессов. В 2 частях. Ч.1. Статистические расчеты и обработка эксперимента. Реализация решений в среде Microsoft Excel; Казанский национальный исследовательский <b>технологический</b> университет, 2019.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  100562">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  100562</a>	Электронный ресурс
4	Моделирование химико-технологических процессов. В 2 частях. Ч.2. Планирование оптимального эксперимента, реализация решений в среде Microsoft Excel; Казанский национальный исследовательский <b>технологический</b> университет, 2019.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  109559">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  109559</a>	Электронный ресурс
5	Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии; Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2017.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  102528">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  102528</a>	Электронный ресурс
6	Основы математического моделирования; Интернет-Университет Информационных <b>Технологий</b> (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  102028">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  102028</a>	Электронный ресурс
7	Основы математического моделирования; Профобразование, 2021.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  102194">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  102194</a>	Электронный ресурс
8	Утилизация промышленных отходов и ресурсосбережение. Основы, концепции, методы; Инфра-Инженерия, 2019.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  86662">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  86662</a>	Электронный ресурс
Дополнительная литература		
9	Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов; Логос, 2014. - Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/66419.html">http://www.iprbookshop.ru/66419.html</a>	Электронный ресурс
10	Основы математического моделирования; Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  94360">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  94360</a>	Электронный ресурс

11	Основы математического моделирования; Ульяновский государственный технический университет, 2017.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  106110">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  106110</a>	Электронный ресурс
12	Принципы математического моделирования и анализа ХТС. Расчет материального баланса ХТС декомпозиционным модульным методом : метод.указания к лаб. работам / Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология; сост. С. П. Шкаруппа.- Самара, 2014.- 23 с.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  elib  2117">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  elib  2117</a>	Электронный ресурс
13	Расчеты и моделирование в химической технологии с применением Mathcad; Казанский национальный исследовательский <b>технологический</b> университет, 2018.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  100601">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  100601</a>	Электронный ресурс
14	Современные методы моделирования и интенсификации технологических процессов нефтепереработки и нефтехимии : конспект лекций / Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология переработки нефти и газа; сост. В. Г. Власов.- Самара, 2014.- 40 с.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  elib  2173">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  elib  2173</a>	Электронный ресурс
15	Энерго- и ресурсосберегающие процессы в защите окружающей среды; Санкт-Петербургский государственный университет промышленных <b>технологий</b> и дизайна, 2017.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  102598">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  102598</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 информационной образовательной среды университета.

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование</b>	<b>Производитель</b>	<b>Способ распространения</b>
1	Microsoft Windows 8.1 Professional операционная система	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
2	Microsoft Office 2013	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
3	Программное обеспечение «Антиплагиат.Эксперт»	АО «Антиплагиат» (Отечественный)	Лицензионное
4	Математическое программное обеспечение Mathcad	ЗАО «СофтЛайн Трейд» (Зарубежный)	Лицензионное
5	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	Компьютерное моделирование	<a href="http://www.intuit.ru/department/calculate/compmodel/4/">http://www.intuit.ru/department/calculate/compmodel/4/</a>	Ресурсы открытого доступа
2	консультационный центр Matlab и Simulink	<a href="http://matlab.exponenta.ru">http://matlab.exponenta.ru</a>	Ресурсы открытого доступа
3	Scopus - база данных рефератов и цитирования	<a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a>	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
4	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
5	Консультант плюс	<a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>	Ресурсы открытого доступа

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

### Лекционные занятия

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

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

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

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

### Практические занятия

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

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

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

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

### Лабораторные занятия

Учебная лаборатория для проведения занятий лабораторного типа.

Лаборатория «Процессы и аппараты химической технологии». Лаборатория оснащена оборудованием: установками: "Гидравлическое сопротивление сети", "Испытание центробежного насоса", "Изучение теплообмена в теплообменнике "труба в трубе", "Изучение процесса ректификации бинарной смеси".

### Самостоятельная работа

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

СамГТУ и специализированной мебелью.

## 9. Методические материалы

### Методические рекомендации при работе на лекции

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

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

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершённой. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

### Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

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

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

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

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

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на

основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

## Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

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

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

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

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

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий, требования и форму отчетности 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.В.01 «Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов»

**Фонд оценочных средств  
по дисциплине  
Б1.В.01 «Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов»**

<b>Код и направление подготовки (специальность)</b>	18.04.01 Химическая технология
<b>Направленность (профиль)</b>	Технология химических производств
<b>Квалификация</b>	Магистр
<b>Форма обучения</b>	Очно-Заочная
<b>Год начала подготовки</b>	2022
<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, Зачет с оценкой, 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)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-1 Способен разрабатывать планы внедрения новых технологий на производстве, осуществлять реконструкцию и модернизацию производства	ПК-1.1 Разрабатывает планы внедрения новых технологий с учетом требований действующих нормативных документов	Владеть навыками планирования внедрения инновационных технологий в производственный процесс
			Знать основные инновационные направления развития химической технологии; основы планирования внедрения новых технологий; актуальные требования нормативно-правовой документации на проектирование деятельности в нефтепереработке и нефтехимии
			Уметь проводить работы по планированию внедрения новых технологий с учетом требований действующих нормативных документов
	ПК-1.2 Применяет способы и методы реконструкции и модернизации производства		Владеть навыками применения современных и прогрессивных способов модернизации производства
Знать современные источники информации (интернет — базы данных) в области реконструкции и модернизации производства; передовые способы и методы реконструкции и модернизации химических производств			

		Уметь оценивать эффективность технологического процесса, выделять и оценивать наиболее значимые риски при осуществлении работ по реконструкции и модернизации производства
	ПК-1.6 Анализирует и систематизирует данные о необходимости модернизации и оптимизации технологии	Владеть навыками системного анализа инновационных технологий для применения в конкретных условиях производства
		Знать методы анализа необходимости и целесообразности модернизации и оптимизации в области химической технологии
		Уметь проводить анализ и систематизацию данных о необходимости внедрения инновационных технологий
ПК-2 Способен соблюдать требования производственной дисциплины, требования органов, осуществляющих технический надзор	ПК-2.1 Контролирует внедрение требований системы менеджмента качества	Владеть навыками внедрения требований менеджмента качества в профессиональной деятельности
		Знать основные методы энерго- и ресурсосбережения в профессиональной деятельности
		Уметь осуществлять контроль внедрения требований системы менеджмента качества в области энерго- и ресурсосбережения
	ПК-2.4 Ведет производственную деятельность с учетом требований законодательства Российской Федерации	Владеть навыками в области разработки и оптимизации технологических процессов и систем с позиций энергои ресурсосбережения с учетом требований законодательства Российской Федерации

			Знать требования охраны труда, экологической и пожарной безопасности в области энерго- и ресурсосберегающих технологий химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств
			Уметь анализировать физико-химические закономерности, механизм и кинетику процессов энерго- и ресурсосбережения
	ПК-3 Способен планировать производственную деятельность, рассчитывать производственные мощности	ПК-3.3 Вносит предложения по совершенствованию технологических процессов, повышению качества выпускаемой продукции	Владеть навыками использования инновационных технологий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества выпускаемой продукции
			Знать цели и направления совершенствования технологических процессов в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности
			Уметь осуществлять работы по планированию производственной деятельности с применением инновационных технологий

### Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
<b>Общие вопросы моделирования</b>				
ПК-1.1 Разрабатывает планы внедрения новых технологий с учетом требований действующих нормативных документов	<b>Уметь</b> проводить работы по планированию внедрения новых технологий с учетом требований действующих нормативных документов	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Знать</b> основные инновационные направления развития химической технологии; основы планирования внедрения новых технологий; актуальные требования нормативно-правовой документации на проектирование деятельности в нефтепереработке и нефтехимии	Вопросы к зачету	Нет	Да

	<b>Владеть</b> навыками планирования внедрения инновационных технологий в производственный процесс	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
ПК-1.2 Применяет способы и методы реконструкции и модернизации производства	<b>Уметь</b> оценивать эффективность технологического процесса, выделять и оценивать наиболее значимые риски при осуществлении работ по реконструкции и модернизации производства	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Знать</b> современные источники информации (интернет — базы данных) в области реконструкции и модернизации производства; передовые способы и методы реконструкции и модернизации химических производств	Вопросы к зачету	Нет	Да
	<b>Владеть</b> навыками применения современных и прогрессивных способов модернизации производства	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
ПК-1.6 Анализирует и систематизирует данные о необходимости модернизации и оптимизации технологии	<b>Владеть</b> навыками системного анализа инновационных технологий для применения в конкретных условиях производства	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Уметь</b> проводить анализ и систематизацию данных о необходимости внедрения инновационных технологий	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Знать</b> методы анализа необходимости и целесообразности модернизации и оптимизации в области химической технологии	Вопросы к зачету	Нет	Да
ПК-2.1 Контролирует внедрение требований системы менеджмента качества	<b>Уметь</b> осуществлять контроль внедрения требований системы менеджмента качества в области энерго- и ресурсосбережения	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Знать</b> основные методы энерго- и ресурсосбережения в профессиональной деятельности	Вопросы к зачету	Нет	Да
	<b>Владеть</b> навыками внедрения требований менеджмента качества в профессиональной деятельности			
ПК-2.4 Ведет производственную деятельность с учетом требований законодательства Российской Федерации	<b>Уметь</b> анализировать физико-химические закономерности, механизм и кинетику процессов энерго- и ресурсосбережения	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Знать</b> требования охраны труда, экологической и пожарной безопасности в области энерго- и ресурсосберегающих технологий химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств	Вопросы к зачету	Нет	Да
	<b>Владеть</b> навыками в области разработки и оптимизации технологических процессов и систем с позиций энергои ресурсосбережения с учетом требований законодательства Российской Федерации	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет



ПК-3.3 Вносит предложения по совершенствованию технологических процессов, повышению качества выпускаемой продукции	<b>Уметь</b> осуществлять работы по планированию производственной деятельности с применением инновационных технологий	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Владеть</b> навыками использования инновационных технологий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества выпускаемой продукции	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Знать</b> цели и направления совершенствования технологических процессов в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности	Вопросы к зачету	Нет	Да
<b>Моделирование основных процессов химической технологии</b>				
ПК-1.1 Разрабатывает планы внедрения новых технологий с учетом требований действующих нормативных документов	<b>Владеть</b> навыками планирования внедрения инновационных технологий в производственный процесс	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет
	<b>Знать</b> основные инновационные направления развития химической технологии; основы планирования внедрения новых технологий; актуальные требования нормативно-правовой документации на проектирование деятельности в нефтепереработке и нефтехимии	Вопросы к зачету	Нет	Да
		Курсовой проект	Нет	Да
	<b>Уметь</b> проводить работы по планированию внедрения новых технологий с учетом требований действующих нормативных документов	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет
ПК-1.2 Применяет способы и методы реконструкции и модернизации производства	<b>Знать</b> современные источники информации (интернет — базы данных) в области реконструкции и модернизации производства; передовые способы и методы реконструкции и модернизации химических производств	Вопросы к зачету	Нет	Да
		Курсовой проект	Нет	Да
	<b>Владеть</b> навыками применения современных и прогрессивных способов модернизации производства	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет
	<b>Уметь</b> оценивать эффективность технологического процесса, выделять и оценивать наиболее значимые риски при осуществлении работ по реконструкции и модернизации производства	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет

ПК-1.6 Анализирует и систематизирует данные о необходимости модернизации и оптимизации технологии	<b>Уметь</b> проводить анализ и систематизацию данных о необходимости внедрения инновационных технологий	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет
	<b>Владеть</b> навыками системного анализа инновационных технологий для применения в конкретных условиях производства	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет
	<b>Знать</b> методы анализа необходимости и целесообразности модернизации и оптимизации в области химической технологии	Вопросы к зачету	Нет	Да
		Курсовой проект	Нет	Да
ПК-2.1 Контролирует внедрение требований системы менеджмента качества	<b>Уметь</b> осуществлять контроль внедрения требований системы менеджмента качества в области энерго- и ресурсосбережения	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет
	<b>Владеть</b> навыками внедрения требований менеджмента качества в профессиональной деятельности	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет
	<b>Знать</b> основные методы энерго- и ресурсосбережения в профессиональной деятельности	Вопросы к зачету	Нет	Да
		Курсовой проект	Нет	Да
ПК-2.4 Ведет производственную деятельность с учетом требований законодательства Российской Федерации	<b>Уметь</b> анализировать физико-химические закономерности, механизм и кинетику процессов энерго- и ресурсосбережения	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет
	<b>Знать</b> требования охраны труда, экологической и пожарной безопасности в области энерго- и ресурсосберегающих технологий химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств	Вопросы к зачету	Нет	Да
		Курсовой проект	Нет	Да
	<b>Владеть</b> навыками в области разработки и оптимизации технологических процессов и систем с позиций энергои ресурсосбережения с учетом требований законодательства Российской Федерации	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет

ПК-3.3 Вносит предложения по совершенствованию технологических процессов, повышению качества выпускаемой продукции	<b>Уметь</b> осуществлять работы по планированию производственной деятельности с применением инновационных технологий	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет
	<b>Знать</b> цели и направления совершенствования технологических процессов в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности	Вопросы к зачету	Нет	Да
		Курсовой проект	Нет	Да
	<b>Владеть</b> навыками использования инновационных технологий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества выпускаемой продукции	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет
<b>Статистический анализ и оптимизация ХТП</b>				
ПК-1.1 Разрабатывает планы внедрения новых технологий с учетом требований действующих нормативных документов	<b>Уметь</b> проводить работы по планированию внедрения новых технологий с учетом требований действующих нормативных документов	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Знать</b> основные инновационные направления развития химической технологии; основы планирования внедрения новых технологий; актуальные требования нормативно-правовой документации на проектирование деятельности в нефтепереработке и нефтехимии	Вопросы к экзамену	Нет	Да
	<b>Владеть</b> навыками планирования внедрения инновационных технологий в производственный процесс	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
ПК-1.2 Применяет способы и методы реконструкции и модернизации производства	<b>Владеть</b> навыками применения современных и прогрессивных способов модернизации производства	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Уметь</b> оценивать эффективность технологического процесса, выделять и оценивать наиболее значимые риски при осуществлении работ по реконструкции и модернизации производства	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Знать</b> современные источники информации (интернет — базы данных) в области реконструкции и модернизации производства; передовые способы и методы реконструкции и модернизации химических производств	Вопросы к экзамену	Нет	Да
ПК-1.6 Анализирует и систематизирует данные о необходимости модернизации и оптимизации технологии	<b>Знать</b> методы анализа необходимости и целесообразности модернизации и оптимизации в области химической технологии	Вопросы к экзамену	Нет	Да

	<b>Уметь</b> проводить анализ и систематизацию данных о необходимости внедрения инновационных технологий	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Владеть</b> навыками системного анализа инновационных технологий для применения в конкретных условиях производства	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
ПК-2.1 Контролирует внедрение требований системы менеджмента качества	<b>Знать</b> основные методы энерго- и ресурсосбережения в профессиональной деятельности	Вопросы к экзамену	Нет	Да
	<b>Владеть</b> навыками внедрения требований менеджмента качества в профессиональной деятельности	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Уметь</b> осуществлять контроль внедрения требований системы менеджмента качества в области энерго- и ресурсосбережения	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
ПК-2.4 Ведет производственную деятельность с учетом требований законодательства Российской Федерации	<b>Знать</b> требования охраны труда, экологической и пожарной безопасности в области энерго- и ресурсосберегающих технологий химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств	Вопросы к экзамену	Нет	Да
	<b>Владеть</b> навыками в области разработки и оптимизации технологических процессов и систем с позиций энергои ресурсосбережения с учетом требований законодательства Российской Федерации	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Уметь</b> анализировать физико-химические закономерности, механизм и кинетику процессов энерго- и ресурсосбережения	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
ПК-3.3 Вносит предложения по совершенствованию технологических процессов, повышению качества выпускаемой продукции	<b>Владеть</b> навыками использования инновационных технологий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества выпускаемой продукции	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Уметь</b> осуществлять работы по планированию производственной деятельности с применением инновационных технологий	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Знать</b> цели и направления совершенствования технологических процессов в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности	Вопросы к экзамену	Нет	Да
<b>Основные принципы создания энерго- и ресурсосберегающих технологий</b>				
ПК-1.1 Разрабатывает планы внедрения новых технологий с учетом требований действующих нормативных документов	<b>Знать</b> основные инновационные направления развития химической технологии; основы планирования внедрения новых технологий; актуальные требования нормативно-правовой документации на проектирование деятельности в нефтепереработке и нефтехимии	Вопросы к экзамену	Нет	Да
	<b>Владеть</b> навыками планирования внедрения инновационных технологий в производственный процесс	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет

	<b>Уметь</b> проводить работы по планированию внедрения новых технологий с учетом требований действующих нормативных документов	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
ПК-1.2 Применяет способы и методы реконструкции и модернизации производства	<b>Уметь</b> оценивать эффективность технологического процесса, выделять и оценивать наиболее значимые риски при осуществлении работ по реконструкции и модернизации производства	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Знать</b> современные источники информации (интернет — базы данных) в области реконструкции и модернизации производства; передовые способы и методы реконструкции и модернизации химических производств	Вопросы к экзамену	Нет	Да
	<b>Владеть</b> навыками применения современных и прогрессивных способов модернизации производства	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
ПК-1.6 Анализирует и систематизирует данные о необходимости модернизации и оптимизации технологии	<b>Владеть</b> навыками системного анализа инновационных технологий для применения в конкретных условиях производства	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Уметь</b> проводить анализ и систематизацию данных о необходимости внедрения инновационных технологий	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Знать</b> методы анализа необходимости и целесообразности модернизации и оптимизации в области химической технологии	Вопросы к экзамену	Нет	Да
ПК-2.1 Контролирует внедрение требований системы менеджмента качества	<b>Уметь</b> осуществлять контроль внедрения требований системы менеджмента качества в области энерго- и ресурсосбережения	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Владеть</b> навыками внедрения требований менеджмента качества в профессиональной деятельности	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Знать</b> основные методы энерго- и ресурсосбережения в профессиональной деятельности	Вопросы к экзамену	Нет	Да
ПК-2.4 Ведет производственную деятельность с учетом требований законодательства Российской Федерации	<b>Знать</b> требования охраны труда, экологической и пожарной безопасности в области энерго- и ресурсосберегающих технологий химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств	Вопросы к экзамену	Нет	Да
	<b>Владеть</b> навыками в области разработки и оптимизации технологических процессов и систем с позиций энергои ресурсосбережения с учетом требований законодательства Российской Федерации	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Уметь</b> анализировать физико-химические закономерности, механизм и кинетику процессов энерго- и ресурсосбережения	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет

ПК-3.3 Вносит предложения по совершенствованию технологических процессов, повышению качества выпускаемой продукции	<b>Владеть</b> навыками использования инновационных технологий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества выпускаемой продукции	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Уметь</b> осуществлять работы по планированию производственной деятельности с применением инновационных технологий	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Знать</b> цели и направления совершенствования технологических процессов в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности	Вопросы к экзамену	Нет	Да



11. Состав математического описания химико-технологического объекта
12. Требования, предъявляемые к модели химико-технологического объекта
13. Структура математической модели химико-технологического объекта

#### **Практическое занятие «Моделирование теплообменных процессов»**

1. Перечислите основные тепловые процессы в химической технологии
2. Какие гидродинамические модели структуры потоков применяются при моделировании теплообменных аппаратов?
3. Перечислите параметры математической модели теплообменных аппаратов и их размерности
4. Каковы принципы составления уравнений тепловых балансов?
5. Перечислите управляющие параметры процесса теплообмена
6. В чем отличие математической модели трубчатой печи от модели теплообменного аппарата?
7. На основании каких законов разрабатываются математические модели тепловых процессов?
8. Дать характеристику математической модели теплообменного аппарата типа «смешение-смешение»
9. Дать характеристику математической модели теплообменного аппарата типа «вытеснение-вытеснение»
10. Дать характеристику математической модели теплообменного аппарата типа «перемешивание-вытеснение»

#### **Практическое занятие «Основные математические модели химических реакторов»**

1. Математическое описание структуры потоков в аппарате (гидродинамика)
2. Типовые математические модели структуры потоков в аппарате
3. Модель идеальное смешение. Модель идеальное вытеснение. Их характеристика
4. Тепловой баланс химико-технологического объекта.
5. Методы составления математических моделей химических реакторов
6. Каковы основные концепции формальной кинетики?
7. Что такое скорость химической реакции? Как она определяется?
8. Какова температурная зависимость скорости химической реакции?
9. Какой закон лежит в основе формальной кинетики? Дайте его формулировку.
10. Какие численные методы используются для решения кинетических уравнений?
11. Какие экспериментальные данные необходимы для оценки кинетических констант и энергий активации?
12. Какова физическая природа многостадийного протекания гетерогенной химической реакции?

#### **Практическое занятие «Моделирование массообменных процессов»**

1. Методы расчета фазовых равновесий многокомпонентных углеводородных смесей
2. Покажите схему расчета материальных балансов массообменных процессов со свободной границей раздела фаз
3. Охарактеризуйте подобие массообменных процессов.
4. Критериальные уравнения массоотдачи для неустановившегося и установившегося процессов массопереноса.



5. Раскройте физический смысл критериев подобия массообменных процессов
6. Запишите уравнение массопередачи. Покажите связь и различие коэффициентов массопередачи и массоотдачи.

### **Практическое занятие «Моделирование процесса ректификации»**

1. Схема потоков на тарелках колонны.
2. Математическое описание общего материального баланса на тарелках колонны; покомпонентного материального баланса; теплового баланса.
3. Что такое ректификация?
4. Назовите основные элементы ректификационной колонны
5. Назовите основные допущения при составлении математической модели процесса ректификации
6. Какова сущность метода потарелочного расчета ректификационной колонны?
7. Составить тепловой баланс  $i$ -ой тарелки
8. Составить материальный баланс  $i$ -ой тарелки

### **Практическое занятие «Статистический анализ ХТП»**

1. В каких случаях прибегают к построению статистических моделей?
2. На чем базируется построение статистических моделей?
3. Каков общий вид статистических моделей?
4. Приведите два вида эксперимента, используемые для построения статистических моделей.
5. В чем разница между пассивным и активным экспериментом?

### **Практическое занятие «Методы корреляционного и регрессионного анализа»**

1. Для чего проводят корреляционный анализ?
2. Какова основная характеристика корреляционного анализа?
3. Какова суть регрессионного анализа?
4. Перечислите виды регрессии, привести примеры.
5. Назовите метод, применяемый для оценки коэффициентов уравнения регрессии.
6. Какова последовательность статистического (регрессионного) анализа?

### **Практическое занятие «Оптимизация ХТП»; «Методы оптимизации»**

1. Определение процедуры оптимизации
2. Постановка общей задачи оптимизации
3. Алгоритм оптимизации ХТП
4. Содержание основных этапов оптимизации ХТП
5. Классификация оптимизационных процессов по различным критериям
6. Методы решения оптимизационных задач
7. Одно- и многокритериальная оптимизация
8. Компоненты и условия задач оптимизации
9. Что такое локальная оптимизация?
10. Чем глобальная оптимизация отличается от локальной?
11. Оптимизация степени конверсии
12. Назовите основные преимущества и недостатки двухуровневых методов оптимизации ХТС

13. Сформулируйте основные этапы решения задач оптимизации ХТП с использованием двухуровневых методов
14. Критерий оптимальности. Методы решения оптимальных задач.
15. Поиск оптимума численными методами

### **Практическое занятие «Оценка эффективности химического производства»**

1. Критерии эффективности химико-технологических процессов
2. Сформулируйте определения: степень превращения, интегральная и дифференциальная селективность, производительность, мощность, интенсивность процесса
3. Назовите основные показатели эффективности, по которым оценивается деятельность любой ХТС
4. Жидкофазная необратимая реакция первого порядка протекает без изменения плотности реагирующих веществ в периодическом реакторе полного смешения. Продукты реакции в исходной смеси отсутствуют. За время  $\tau_1 = 120$  с в целевой продукт превращается 20% исходного вещества. Определить степень превращения при  $\tau_2 = 360$  с в непрерывно действующих реакторах идеального вытеснения и идеального смешения.
5. Оцените влияние температуры на селективность сложных реакций
6. Оцените влияние давления и концентрации на степень превращения и скорость процессов различного вида ( обратимых и необратимых, экзо- и эндотермических)

### **Практическое занятие «Эксергетические балансы и характеристики химико- технологических систем»**

1. Перечислите основные отличия энергии от эксергии
2. Опишите, связаны ли между собой термомеханическая эксергия потока вещества и эксергия теплового потока?
3. Перечислите основные виды эксергии, используемые при проведении термодинамического анализа в химической технологии
4. Напишите общее уравнение эксергии теплового потока
5. Перечислите виды потерь эксергии
6. Дайте определение понятию «анергия»
7. Перечислите основные коэффициенты преобразования энергии, применяемые при расчетах теплоэнергетических установок
8. Назовите два основных свойства эксергетического КПД
9. Проведите эксергетический анализ котельного агрегата, предназначенного для получения перегретого пара с давлением 10,8 МПа и температурой 510 °С (783 К), производительностью 230 т/ч.  
Исходные данные для расчета: температура питательной воды 215 °С (488 К); топливо – природный газ с теплотворной способностью 35,8 МДж/м<sup>3</sup>; температура уходящих продуктов сгорания, холодного воздуха и подогрева дутья соответственно 150 °С, 20 °С и 350 °С; расход топлива 17550 м<sup>3</sup>/ч.

## **Примерный перечень вопросов к отчету по лабораторным работам**

### **Лабораторная работа № 1 «Основы программирования химико-технологических процессов»**

Цель лабораторной работы – ознакомиться с возможностями языка программирования математического пакета RPMS (Система моделирования нефтеперерабатывающего и нефтехимического производства); рассмотреть основные

операторы и приемы программирования в RPMS.

Примерный перечень вопросов:

1. Каковы возможности системы RPMS?
2. Дайте характеристику составных частей RPMS
3. Какова структура Главного меню системы RPMS?
4. Какие панели входят в панель математики из пункта меню Вид/Панели инструментов?

### **Лабораторная работа № 2 «Определение условий фазовых равновесий пар-жидкость идеальных растворов»**

Цель лабораторной работы – на основе экспериментальных данных по давлению насыщенных паров чистых компонентов определить условия фазовых равновесий пар-жидкость бинарной идеальной смеси при различных термодинамических условиях; результаты представить в виде диаграмм фазового равновесия ( $y-x$ ;  $P-x$ ;  $y$ ;  $T-x$ ;  $y$ ).

Примерный перечень вопросов:

1. Неидеальные и идеальные растворы. Положительные и отрицательные отклонения от закона Рауля.
2. Законы Коновалова. Что называется азеотропной смесью?
3. Диаграммы «давление – состав» ( $T=\text{const}$ ) и «температура кипения – состав» ( $P=\text{const}$ ).
4. Анализ фазовых состояний с помощью диаграмм. Правило рычага.
5. Правило фаз Гиббса и его применение для анализа фазового состояния.
6. Разделение неограниченно смешивающихся жидкостей методом перегонки. Простая и фракционная перегонка. Ректификация.
7. Экспериментальное построение диаграммы «температура кипения - состав» ( $P = \text{const}$ ).
8. Определите состав пара, находящегося в равновесии с жидкостью Данного состава на диаграмме температура – состав ( $P=\text{const}$ ) или давление – состав ( $T=\text{const}$ ).
9. Как изменяется состав исходной смеси при перегонке в равновесии?
10. Определите, какой из двух компонентов на диаграммах давление – состав ( $T=\text{const}$ ) и температура – состав ( $P=\text{const}$ ) является более летучим.

### **Лабораторная работа №3 «Определение фазовой диаграммы вещества на основе аналитического уравнения состояния»**

Цель лабораторной работы – на основе данных по свойствам вещества в критической точке определить параметры уравнения состояния Вант дер Ваальса; с помощью данного уравнения произвести расчеты фазовой диаграммы и давления насыщенных паров вещества; результаты представить графически.

Примерный перечень вопросов:

1. При каких условиях физический газ можно описывать моделью идеального газа?
2. Что такое уравнение состояния?
3. Как выглядит уравнение состояния идеального газа? Каково его второе название?
4. Что такое газ Ван-дер-Ваальса?
5. Как выглядит уравнение состояния газа Ван-дер-Ваальса? Каково его второе название?
6. Что такое константы Ван-дер-Ваальса?
7. Что определяет первая константа Ван-дер-Ваальса?
8. Что определяет вторая константа Ван-дер-Ваальса?
9. Что такое критическая изотерма?
10. Каковы особенности поведения газа при температуре выше критической?
11. Каковы особенности поведения газа при температуре ниже критической?
12. На каких участках изотермы ВдВ примерно совпадают с изотермами реального газа?
13. Основные параметры расчета фазовой диаграммы
14. Принципы построения фазовых диаграмм

#### **Лабораторная работа №4 «Моделирование реакций в аппаратах с различной структурой потока»**

Цель лабораторной работы – для различных моделей структуры потока составить математическую модель протекающих в аппарате химических реакций; на основе полученных моделей провести моделирование работы реактора; результаты оценки эффективности для различных вариантов аппарата представить графически (в виде зависимости селективности и степени превращения от времени пребывания в аппарате).

Примерный перечень вопросов:

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?

Структура лабораторной работы:

1. Объявление темы, цели и задач занятия.
2. Проверка теоретической подготовки студентов к лабораторному занятию.
3. Выполнение лабораторной работы и/или практических задач.
4. Подведение итогов занятия (формулирование выводов).

#### **Формы промежуточной аттестации**

#### **Перечень вопросов для промежуточной аттестации**

##### **2 семестр**

**Примерные вопросы к зачету:**

1. Классификация моделей химической технологии
2. Методология построения математических моделей химико-технологических

процессов

3. Математическое описание гидродинамической структуры потоков
4. Этапы построения математической модели
5. Схема этапов математического моделирования
6. Состав математического описания химико-технологического объекта. Требования, предъявляемые к модели химико-технологического объекта
7. Структура математической модели химико-технологического объекта
8. Математическое описание структуры потоков в аппарате (гидродинамика). Типовые математические модели структуры потоков в аппарате
9. Модель идеального смешения
10. Модель идеального вытеснения

### **3 семестр**

#### **Примерные вопросы к зачету:**

1. Диффузионные гидродинамические модели
2. Моделирование тепловых процессов химической технологии. Основные законы теплообмена
3. Математические модели теплообменных аппаратов
4. Математическое моделирование кинетики химических реакций
5. Моделирование гомогенных химических реакторов
6. Тепловой баланс химико-технологического объекта и его моделирование
7. Математическое моделирование массообменных процессов
8. Моделирование процессов ректификации
9. Моделирование процессов абсорбции и адсорбции
10. Математическое описание равновесия в системе «жидкость-пар» и «жидкость-жидкость»
11. Способы самоорганизации и направления развития в области моделирования химико-технологических процессов
12. Применение информационных технологий поиска и обработки научно-технической информации в области моделирования и оптимизации химико-технологических процессов
13. Интерпретация профессионального (физического) смысла математического результата составленных математических моделей
14. Методы совершенствования технологических процессов при моделировании химико-технологических процессов
15. Математическое моделирование ХТП. Этапы разработки математической модели.
16. Классификация математических моделей. Основные виды математических моделей.
17. Принципы математического моделирования процессов химической технологии. Уравнение переноса количества движения, энергии и массы.
18. Исследование химико-технологических процессов методом математического моделирования. Математическое описание ХТП.
19. Блочный принцип построения математической модели ХТП.
20. Классификация уравнений модели. Дифференциальное уравнение модели гидродинамики

### **4 семестр**

#### **Примерные вопросы к экзамену:**

1. Этапы построения математической модели ХТП.

2. Детерминированный подход к моделированию.
3. Безразмерная концентрация трассера. Экспериментальное изучение распределения времени пребывания элементов потока.
4. Математическое моделирование гидродинамической структуры однофазных потоков
5. Типовые модели структуры потоков. Переход реальных потоков при предельных условиях в одну из теоретических.
6. Модель идеального перемешивания.
7. Модель идеального вытеснения.
8. Однопараметрическая диффузионная модель.
9. Зона идеального перемешивания-байпасный поток.
10. Зона идеального перемешивания-застойная зона.
11. Зона идеального перемешивания-зона идеального вытеснения.
12. Ячеечная модель.
13. Комбинированные модели.
14. Алгоритм идентификации математического описания структуры потоков.
15. Математическое моделирование теплообменных процессов. Температурное поле.
16. Основы теплового расчета Проектный расчет теплообменного аппарата. Перечислить.
17. Проверочный расчет теплообменного аппарата.
18. Математические модели теплообменников.
19. Уравнение, описывающее изменение температуры для теплообменника в зоне идеального смешения. Интенсивность источника теплоты.
20. Уравнение, описывающее изменение температуры для теплообменника в зоне идеального вытеснения. Интенсивность источника теплоты.
21. Уравнение, характеризующее изменение температуры по длине зоны. Интенсивность источника теплоты.
22. Моделирование массообменного процесса на примере моделирования процесса адсорбции. Построение модели динамики сорбции.
23. Блочный принцип построения моделей массопередачи. Математическое описание процесса
24. Уравнение материального баланса в элементарном слое.
25. Математическое моделирование химических реакторов
26. Математические модели процесса в реакторе.
27. Математические модели реакторов идеального смешения.
28. Математические модели химических реакторов идеального вытеснения.
29. Каскад реакторов идеального смешения.
30. Сравнение химических реакторов идеального смешения и идеального вытеснения и каскада РИС.
31. Сформулируйте основные направления повышения эффективности использования сырьевых и топливных энергетических ресурсов
32. Системный анализ способов энерго - и ресурсосбережения в химической технологии: мероприятия, способы, приемы и операции

### **Примерные темы курсового проекта (КП):**

1. Моделирование с помощью прикладных программ процессов гидростатики.
2. Моделирование с помощью прикладных программ процессов гидродинамики однофазных потоков.
3. Моделирование с помощью прикладных программ процессов гидродинамики

многофазных потоков.

4. Моделирование с помощью прикладных программ процессов теплопроводности.
5. Моделирование с помощью прикладных программ процессов конвективного теплообмена
6. Моделирование с помощью прикладных программ процессов стационарной теплопередачи
7. Моделирование с помощью прикладных программ процессов нестационарной теплопередачи
8. Моделирование с помощью прикладных программ процессов молекулярной диффузии
9. Моделирование с помощью прикладных программ процессов конвективной диффузии
10. Моделирование с помощью прикладных программ процессов переноса массы в стационарных и нестационарных условиях
11. Моделирование аппаратов для проведения процессов гидростатики
12. Моделирование аппаратов для проведения процессов гидродинамики однофазных потоков
13. Моделирование аппаратов для проведения процессов гидродинамики многофазных потоков
14. Моделирование аппаратов для проведения теплообменных процессов
15. Моделирование аппаратов для проведения массообменных процессов
16. Моделирование химических реакторов
17. Моделирование узла получения метил-третбутилового эфира
18. Моделирование узла получения изоамилена дегидрированием изопентана
19. Моделирование процессов алкилирования бензола олефинами
20. Моделирование процесса получения стирола парофазной дегидратацией метилфенилкарбинола
21. Моделирование процессов окисления алкилароматических углеводородов
22. Моделирование стадий процесса совместного получения фенола и ацетона
23. Моделирование процесса жидкофазной конденсации ацетона в изофорон
24. Исследование динамики процессов синтеза высших линейных альфаолефинов
25. Моделирование процессов в нестационарном режиме
26. Исследование устойчивости химических реакторов
27. Использование системы RPMS для моделирования химико-технологического процесса

## **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	Систематически в соответствии с расписанием занятий, письменно	зачет/незачет
2	Отчет по лабораторным работам	Систематически в соответствии с расписанием занятий, письменно	зачет/незачет
3	Курсовой проект (3 семестр)	На этапе промежуточной аттестации	по пятибалльной шкале
4	Зачет (2 семестр)	На этапе промежуточной аттестации	зачет/незачет
5	Зачет с оценкой (3 семестр)	На этапе промежуточной аттестации	по пятибалльной шкале
3	Экзамен (4 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 (экзамен; зачет с оценкой):** оценка - 5 «отлично»; 4 «хорошо»; 3 «удовлетворительно»; 2 «неудовлетворительно».

**Шкала оценивания (пятибалльная):**

**«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.