

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Заболотный, Глеб Иванович

Должность: Директор филиала

Дата подписания: 23.08.2023 13:57:58

Уникальный программный ключ:

476db7d4acc3b36ef8130172be235477473d63457266ce26b7e9e40f733b8b08

**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.03.08 «Моделирование химико-технологических процессов»

<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>	252 / 7
<b>Форма контроля (промежуточная аттестация)</b>	Зачет, Экзамен

## **Б1.О.03.08 «Моделирование химико-технологических процессов»**

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 .....	5
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 .....	6
4.1 Содержание лекционных занятий .....	7
4.2 Содержание лабораторных занятий .....	9
4.3 Содержание практических занятий .....	10
4.4. Содержание самостоятельной работы .....	12
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) .....	14
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения .....	15
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем .....	15
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) .....	16
9. Методические материалы .....	17
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)
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-4.2 Обеспечивает проведение технологического процесса в соответствии с технологическим регламентом	Владеть навыками работы на современных компьютерах, практического использования современных программных средств для создания моделей химико-технологических процессов; навыками осуществления изменений параметров технологического процесса при отклонениях от установленных норм
			Знать математические, аналитические и численные методы решения поставленных задач, современные информационные технологии основы для построения модели технологического процесса в соответствии с технологическим регламентом
			Уметь проводить практические расчеты при исследовании реальных процессов и аппаратов химической технологии с обеспечением проведения технологического процесса в соответствии с технологическим регламентом

Научные исследования и разработки	ОПК-5 Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные	ОПК-5.1 Проводит исследования и испытания сырья, готовой продукции по заданным методикам	Владеть навыками проведения испытаний сырья и выпускаемой продукции
			Знать типовые методики исследования и испытания сырья, готовой продукции
			Уметь проводить исследования и испытания сырья, реагентов и готовой продукции по заданным методикам
		ОПК-5.3 Способен обрабатывать и интерпретировать данные экспериментов при осуществлении профессиональной деятельности	Владеть способами обработки и интерпретации данных экспериментальных исследований при разработке моделей химико-технологических процессов
			Знать принципы и методы построения математических моделей основных процессов химической технологии; способы обработки и интерпретации экспериментальных данных
			Уметь использовать математические методы разработки и исследования эффективных процессов и аппаратов химической технологии с учетом требований техники безопасности

## 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	Процессы и аппараты химической технологии; Учебная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика; Физическая химия	Общая химическая технология; Проектирование деталей, машин и аппаратов химической технологии; Процессы и аппараты химической технологии	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-5	Информатика и информационные технологии; Основы технического регулирования и управления качеством; Учебная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика; Физическая химия	Материальные и тепловые расчеты; Общая химическая технология	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

**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	5 семестр часов / часов в электронной форме	6 семестр часов / часов в электронной форме
<b>Аудиторная контактная работа (всего),</b> в том числе:	112	32	80
Лекции	48	16	32
Практические занятия	48	16	32
Лабораторные работы	16	0	16
<b>Самостоятельная работа (всего),</b> в том числе:	104	40	64
подготовка к зачету	8	8	0
подготовка к практическим занятиям	24	12	12
составление конспектов	48	20	28
подготовка к лабораторным работам	12	0	12
подготовка к экзамену	12	0	12
<b>Контроль</b>	36	0	36
<b>Итого: час</b>	252	72	180
<b>Итого: з.е.</b>	7	2	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	Общие вопросы моделирования химико-технологических процессов	16	0	16	40	72
2	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	24	16	32	54	126
3	Оптимизация химико-технологических процессов	8	0	0	10	18
	<b>Контроль</b>	0	0	0	0	36
	<b>Итого</b>	48	16	48	104	252

#### 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>5 семестр</b>				
1	Общие вопросы моделирования химико-технологических процессов	Классификация моделей	Введение. Основные понятия и термины. Классификация моделей. Материальные и мысленные модели.	2
2	Общие вопросы моделирования химико-технологических процессов	Свойства моделей	Принципы построения моделей химико-технологических процессов. Системы и процессы. Свойства моделей. Цели моделирования.	2
3	Общие вопросы моделирования химико-технологических процессов	Метод физического моделирования	Роль моделей и моделирования в познании. Роль моделей и моделирования в познании. Метод физического моделирования, области применения, области применения.	2
4	Общие вопросы моделирования химико-технологических процессов	Материальное моделирование	Этапы построения моделей. Материальное моделирование. Идеальное моделирование	2
5	Общие вопросы моделирования химико-технологических процессов	Основные положения системного анализа	Иерархическая структура современного химического предприятия. Химико-технологическая система как большая система. Основные положения системного анализа. Понятие физико-химической системы	2
6	Общие вопросы моделирования химико-технологических процессов	Компьютерные технологии в моделировании химико-технологических процессов	Общая характеристика задач химической технологии, решаемых с применением компьютерных технологий: автоматизированные системы научных исследований, автоматизированное проектирование, автоматизированные системы управления технологическим процессом. Компьютерные технологии как основа современного подхода к управлению технологическими процессами органического синтеза	2

7	Общие вопросы моделирования химико-технологических процессов	Этапы построения математической модели	Принципы математического моделирования процессов химической технологии. Исследование химико-технологических процессов методом математического моделирования. Блочный принцип построения математической модели ХТС. Классификация уравнений модели. Этапы построения математической модели ХТС органического синтеза.	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>14</b>
<b>6 семестр</b>				
8	Общие вопросы моделирования химико-технологических процессов	Принципы математического моделирования процессов химической технологии	Принципы математического моделирования процессов химической технологии. Исследование химико-технологических процессов методом математического моделирования. Блочный принцип построения математической модели ХТС. Классификация уравнений модели. Этапы построения математической модели ХТС органического синтеза.	2
9	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Детерминированный и стохастический подход к объекту моделирования	Математическое моделирование. Детерминированный и стохастический подход к объекту. Два подхода к составлению математических моделей процесса: детерминированный и стохастический, их возможность и сфера использования	2
10	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Классификация математических моделей	Классификация математических моделей. Задачи, которые решаются с помощью математического моделирования. Основные виды математических моделей.	2
11	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Схема этапов математического моделирования	Этапы построения математической модели. Содержательное описание моделируемого объекта. Схема этапов математического моделирования	2
12	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Химико-технологический объект как объект моделирования	Состав математического описания химико-технологического объекта. Требования, предъявляемые к модели химико-технологического объекта. Методология построения математических моделей химико-технологических процессов	2
13	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Структура математической модели химико-технологического объекта	Математическое описание гидродинамической структуры потоков. Структура математической модели типовых химико-технологических аппаратов. Диффузионные гидродинамические модели	2
14	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Гидродинамика и её математическое описание	Математическое описание структуры потоков в аппарате (гидродинамика). Типовые математические модели структуры потоков в аппарате.	2
15	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Структурные модели	Структурные модели объектов химической технологии. Классификация структурных моделей. Способы построения структурных моделей.	2



16	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Кинетика химических реакций	Математическое моделирование кинетики химических реакций. Моделирование кинетики гомогенных химических реакций. Моделирование кинетики гетерогенных химических реакций	2
17	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Теплообменные процессы	Математическое моделирование теплообменных процессов. Основы теплового расчета. Математические модели теплообменников.	2
18	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Модели массопередачи	Математическое моделирование массообменных процессов. Принцип построения моделей массопередачи	2
19	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Балансы химической технологии	Уравнения баланса массы, равновесия и кинетики реакции на примере математической модели	2
20	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Моделирование реакторов	Математическое моделирование химических реакторов. Математические модели процесса в реакторе.	2
21	Оптимизация химико-технологических процессов	Критерии оптимальности химической технологии	Постановка задачи оптимизации в химической технологии. Критерий оптимальности, целевая функция и ресурсы оптимизации.	2
22	Оптимизация химико-технологических процессов	Эффективность химико-технологических процессов	Технологические критерии эффективности. Экономические критерии эффективности ХТП	2
23	Оптимизация химико-технологических процессов	Методы оптимизации	Общая стратегия решения задачи оптимизации. Характеристика методов оптимизации химико-технологических процессов	2
24	Оптимизация химико-технологических процессов	Методы оптимизации	Экспериментально-статистические методы оптимизации. Метод Бокса-Уилсона. Аналитические методы оптимизации	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>34</b>
<b>Итого:</b>				<b>48</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>6 семестр</b>				
1	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Моделирование теплообменных процессов	Моделирование теплообменных аппаратов в стационарном режиме. Модели процессов теплообмена. Температурные профили потоков в теплообменном аппарате.	2

2	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Моделирование теплообменных процессов	Моделирование теплообменных аппаратов в стационарном режиме. Модели процессов теплообмена. Температурные профили потоков в теплообменном аппарате.	2
3	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Моделирование теплообменных процессов	Моделирование процессов теплообмена, протекающих в теплообменных аппаратах трипа «труба в трубе». Моделирование противоточного теплообменника	2
4	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Моделирование теплообменных процессов	Моделирование процессов теплообмена, протекающих в теплообменных аппаратах трипа «труба в трубе». Моделирование противоточного теплообменника	2
5	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Моделирование массообменных процессов	Моделирование процесса ректификации. Математическое описание массообменных аппаратов.	2
6	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Моделирование массообменных процессов	Моделирование процесса ректификации. Математическое описание массообменных аппаратов.	2
7	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Моделирование массообменных процессов	Моделирование процесса ректификации Математическое описание тарельчатой ректификации бинарной смеси	2
8	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Моделирование массообменных процессов	Моделирование процесса ректификации Математическое описание тарельчатой ректификации бинарной смеси	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>16</b>
<b>Итого:</b>				<b>16</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>5 семестр</b>				
1	Общие вопросы моделирования химико-технологических процессов	Принципы математического моделирования	Классификация математических моделей. Принципы математического моделирования процессов химической технологии.	2
2	Общие вопросы моделирования химико-технологических процессов	Принципы математического моделирования	Классификация математических моделей. Принципы математического моделирования процессов химической технологии.	2
3	Общие вопросы моделирования химико-технологических процессов	Типы моделей гидродинамики	Основные типы моделей гидродинамических структур потоков в аппаратах химической технологии	2

4	Общие вопросы моделирования химико-технологических процессов	Типы моделей гидродинамики	Основные типы моделей гидродинамических структур потоков в аппаратах химической технологии	2
5	Общие вопросы моделирования химико-технологических процессов	Моделирование кинетики гомогенных химических реакций	Моделирование кинетики гомогенных химических реакций. Методы построения кинетических моделей гомогенных химических реакций	2
6	Общие вопросы моделирования химико-технологических процессов	Моделирование кинетики гомогенных химических реакций	Численные методы Эйлера и Рунге-Кутты при решении прямой кинетической задачи. Влияние температуры на выход продуктов и степень превращения	2
7	Общие вопросы моделирования химико-технологических процессов	Моделирование кинетики гетерогенных химических реакций	Методы построения кинетических моделей гетерогенных химических реакций. Кинетическая модель гетерогенной химической реакции в соответствии с заданным механизмом	2
8	Общие вопросы моделирования химико-технологических процессов	Моделирование кинетики гетерогенных химических реакций	Динамика изменения концентраций реагирующих веществ реакции и промежуточных соединений	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>16</b>
<b>6 семестр</b>				
9	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Математические модели химико-технологических объектов	Построение математических моделей химико-технологических объектов. Способы решения математических моделей. Методология построения математических моделей химико-технологических процессов	2
10	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Математические модели химико-технологических объектов	Физическое описание природы моделируемого объекта. Составление математического описания объекта. Математическое описание химико-технологического процесса	2
11	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Моделирование теплообменных процессов	Моделирование теплообменных процессов. Расчет теплового баланса	2
12	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Моделирование теплообменных процессов	Моделирование теплообменных процессов. Расчет теплового баланса	2
13	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Моделирование теплообменных процессов	Математические модели теплообменников. Проверочный расчет теплообменного аппарата	2
14	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Моделирование теплообменных процессов	Математические модели теплообменников. Проверочный расчет теплообменного аппарата	2
15	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Моделирование кинетических реакций	Кинетика химических реакций. Кинетические уравнения. Методы упрощения математической модели кинетики	2

16	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Моделирование кинетических реакций	Кинетика химических реакций. Кинетические уравнения. Методы упрощения математической модели кинетики	2
17	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Моделирование химических реакторов	Основные математические модели химических реакторов. Характеристические уравнения реакторов	2
18	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Моделирование химических реакторов	Основные математические модели химических реакторов. Характеристические уравнения реакторов	2
19	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Реакционные процессы	Моделирование и расчет реакционных процессов в химической технологии	2
20	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Реакционные процессы	Моделирование и расчет реакционных процессов в химической технологии	2
21	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Моделирование массообменных процессов	Блочный принцип построения моделей массопередачи. Общая характеристика математического описания: уравнение баланса массы, уравнение равновесия, уравнение кинетики.	2
22	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Моделирование массообменных процессов	Математическое описание равновесия в системе «жидкость-пар» и «жидкость-жидкость. Моделирование процесса массопередачи	2
23	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Моделирование массообменных процессов	Моделирование процесса ректификации. Математическое описание ректификации. основные допущения при составлении математической модели процесса ректификации	2
24	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Моделирование массообменных процессов	Тепловой баланс <i>i</i> -ой тарелки. Материальный баланс <i>i</i> -ой тарелки. Методы расчета фазовых равновесий многокомпонентных углеводородных смесей	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>32</b>
<b>Итого:</b>				<b>48</b>

#### 4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов
<b>5 семестр</b>			

Общие вопросы моделирования химико-технологических процессов	Самостоятельное изучение материала	Конспектирование основной и дополнительной литературы по темам: Основы моделирования химико-технологических процессов. Методология построения математических моделей химико-технологических процессов. Математическое описание гидродинамической структуры потоков. Модель идеального смешения. Модель идеального вытеснения. Диффузионные гидродинамические модели	20
Общие вопросы моделирования химико-технологических процессов	Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического материала по теме проведения практического занятия, оформление отчета	12
Общие вопросы моделирования химико-технологических процессов	Подготовка к зачету	Подготовка по вопросам к зачету	8
<b>Итого за семестр:</b>			<b>40</b>
<b>6 семестр</b>			
Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Самостоятельное изучение материала	Конспектирование основной и дополнительной литературы по темам: Основные закономерности теплообмена. Математические модели теплообменных аппаратов. Моделирование процесса абсорбции. Моделирование процесса адсорбции. Исследование химического процесса, протекающего в гомогенном реакторе идеального смешения. Исследование химического процесса, протекающего в реакторе идеального вытеснения в стационарном режиме	18
Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Подготовка к лабораторным работам	Изучение теоретического материала по теме проведения лабораторной работы, оформление отчета	12
Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического материала по теме проведения практического занятия, оформление отчета	12
Оптимизация химико-технологических процессов	Самостоятельное изучение материала	Конспектирование основной и дополнительной литературы по темам: Систематизация методов оптимизации. Статистические методы оптимизации. Численные методы решения оптимизационных задач	10

Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов	Подготовка к экзамену	Подготовка к экзамену по вопросам к экзамену	12
<b>Итого за семестр:</b>			<b>64</b>
<b>Итого:</b>			<b>104</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	Математическое моделирование химико-технологических процессов и аппаратов; Новосибирский государственный технический университет, 2017.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  91236">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  91236</a>	Электронный ресурс
2	Моделирование химико-технологических процессов (экспериментально-статистические модели); Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2018.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  102527">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  102527</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	Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов; Логос, 2012.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  9103">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  9103</a>	Электронный ресурс
6	Шкаруппа, С.П. Моделирование технологических и природных систем : учеб. пособие / С. П. Шкаруппа; Самар.гос.техн.ун-т, Химические технологии и промышленная экология.- Самара, 2019.- 87 с.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  elib  3707">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  elib  3707</a>	Электронный ресурс
Дополнительная литература		
7	Исследование равновесия в системах газ-жидкость. Теоретические основы и экспериментальные методики. Моделирование химико-технологических процессов; Казанский национальный исследовательский <b>технологический</b> университет, 2016.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  79296">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  79296</a>	Электронный ресурс
8	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

9	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
---	--	--------------------

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	«Лаборатории Касперского» (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	РОСПАТЕНТ	<a href="http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru">http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru</a>	Ресурсы открытого доступа
2	Консультант плюс	<a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>	Ресурсы открытого доступа

3	Поисковая система SciVerse	<a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>	Ресурсы открытого доступа
4	Ежемесячный электронный журнал «Математическое моделирование» // Официальный сайт Института математического моделирования РАН.	<a href="http://www.imamod.ru/journal/">http://www.imamod.ru/journal/</a>	Ресурсы открытого доступа
5	Ежемесячный электронный журнал «Математическое моделирование» // Официальный сайт Института математического моделирования РАН.	<a href="http://www.imamod.ru/journal/">http://www.imamod.ru/journal/</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 (проектор, экран, компьютер/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

Для лабораторных занятий используются лаборатория № 3 «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".



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

### **Самостоятельная работа**

Помещение для 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.03.08 «Моделирование химико-технологических процессов»

**Фонд оценочных средств  
по дисциплине  
Б1.О.03.08 «Моделирование химико-технологических процессов»**

<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>	252 / 7
<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-4.2 Обеспечивает проведение технологического процесса в соответствии с технологическим регламентом	Владеть навыками работы на современных компьютерах, практического использования современных программных средств для создания моделей химико-технологических процессов; навыками осуществления изменений параметров технологического процесса при отклонениях от установленных норм
			Знать математические, аналитические и численные методы решения поставленных задач, современные информационные технологии основы для построения модели технологического процесса в соответствии с технологическим регламентом
			Уметь проводить практические расчеты при исследовании реальных процессов и аппаратов химической технологии с обеспечением проведения технологического процесса в соответствии с технологическим регламентом

Научные исследования и разработки	ОПК-5 Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные	ОПК-5.1 Проводит исследования и испытания сырья, готовой продукции по заданным методикам	Владеть навыками проведения испытаний сырья и выпускаемой продукции
			Знать типовые методики исследования и испытания сырья, готовой продукции
			Уметь проводить исследования и испытания сырья, реагентов и готовой продукции по заданным методикам
		ОПК-5.3 Способен обрабатывать и интерпретировать данные экспериментов при осуществлении профессиональной деятельности	Владеть способами обработки и интерпретации данных экспериментальных исследований при разработке моделей химико-технологических процессов
			Знать принципы и методы построения математических моделей основных процессов химической технологии; способы обработки и интерпретации экспериментальных данных
			Уметь использовать математические методы разработки и исследования эффективных процессов и аппаратов химической технологии с учетом требований техники безопасности

**Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения**

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
---------------------------------------	---------------------	--------------------	-------------------------------	--------------------------

Общие вопросы моделирования химико-технологических процессов				
ОПК-4.2 Обеспечивает проведение технологического процесса в соответствии с технологическим регламентом	<b>Знать</b> математические, аналитические и численные методы решения поставленных задач, современные информационные технологии основы для построения модели технологического процесса в соответствии с технологическим регламентом	Устный опрос	Да	Нет
		Вопросы к зачету	Нет	Да
	<b>Владеть</b> навыками работы на современных компьютерах, практического использования современных программных средств для создания моделей химико-технологических процессов; навыками осуществления изменений параметров технологического процесса при отклонениях от установленных норм	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Уметь</b> проводить практические расчеты при исследовании реальных процессов и аппаратов химической технологии с обеспечением проведения технологического процесса в соответствии с технологическим регламентом	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
ОПК-5.1 Проводит исследования и испытания сырья, готовой продукции по заданным методикам	<b>Знать</b> типовые методики исследования и испытания сырья, готовой продукции	Устный опрос	Да	Нет
		Вопросы к зачету	Нет	Да
	<b>Владеть</b> навыками проведения испытаний сырья и выпускаемой продукции	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Уметь</b> проводить исследования и испытания сырья, реагентов и готовой продукции по заданным методикам	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
ОПК-5.3 Способен обрабатывать и интерпретировать данные экспериментов при осуществлении профессиональной деятельности	<b>Владеть</b> способами обработки и интерпретации данных экспериментальных исследований при разработке моделей химико-технологических процессов	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
		<b>Уметь</b> использовать математические методы разработки и исследования эффективных процессов и аппаратов химической технологии с учетом требований техники безопасности	Отчет по практическим занятиям	Да
	<b>Знать</b> принципы и методы построения математических моделей основных процессов химической технологии; способы обработки и интерпретации экспериментальных данных	Устный опрос	Да	Нет
		Вопросы к зачету	Нет	Да
<b>Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов</b>				

ОПК-4.2 Обеспечивает проведение технологического процесса в соответствии с технологическим регламентом	<b>Владеть</b> навыками работы на современных компьютерах, практического использования современных программных средств для создания моделей химико-технологических процессов; навыками осуществления изменений параметров технологического процесса при отклонениях от установленных норм	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет	
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет	
	<b>Уметь</b> проводить практические расчеты при исследовании реальных процессов и аппаратов химической технологии с обеспечением проведения технологического процесса в соответствии с технологическим регламентом	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет	
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет	
	<b>Знать</b> математические, аналитические и численные методы решения поставленных задач, современные информационные технологии основы для построения модели технологического процесса в соответствии с технологическим регламентом	Устный опрос	Да	Нет	
		Вопросы к экзамену	Нет	Да	
	ОПК-5.1 Проводит исследования и испытания сырья, готовой продукции по заданным методикам	<b>Уметь</b> проводить исследования и испытания сырья, реагентов и готовой продукции по заданным методикам	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
			отчет по лабораторным работам	Да	Нет
<b>Знать</b> типовые методики исследования и испытания сырья, готовой продукции		Устный опрос	Да	Нет	
		Вопросы к экзамену	Нет	Да	
<b>Владеть</b> навыками проведения испытаний сырья и выпускаемой продукции		Отчет по практическим занятиям	Да	Нет	
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет	
ОПК-5.3 Способен обрабатывать и интерпретировать данные экспериментов при осуществлении профессиональной деятельности		<b>Уметь</b> использовать математические методы разработки и исследования эффективных процессов и аппаратов химической технологии с учетом требований техники безопасности	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
			отчет по лабораторным работам	Да	Нет
	<b>Владеть</b> способами обработки и интерпретации данных экспериментальных исследований при разработке моделей химико-технологических процессов	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет	
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет	



	<b>Знать</b> принципы и методы построения математических моделей основных процессов химической технологии; способы обработки и интерпретации экспериментальных данных	Устный опрос	Да	Нет	
		Вопросы к экзамену	Нет	Да	
<b>Оптимизация химико-технологических процессов</b>					
ОПК-4.2 Обеспечивает проведение технологического процесса в соответствии с технологическим регламентом	<b>Уметь</b> проводить практические расчеты при исследовании реальных процессов и аппаратов химической технологии с обеспечением проведения технологического процесса в соответствии с технологическим регламентом	Устный доклад	Да	Нет	
	<b>Знать</b> математические, аналитические и численные методы решения поставленных задач, современные информационные технологии основы для построения модели технологического процесса в соответствии с технологическим регламентом	Устный опрос	Да	Нет	
		Вопросы к экзамену	Нет	Да	
		Устный доклад	Да	Нет	
<b>Владеть</b> навыками работы на современных компьютерах, практического использования современных программных средств для создания моделей химико-технологических процессов; навыками осуществления изменений параметров технологического процесса при отклонениях от установленных норм	Устный доклад	Да	Нет		
ОПК-5.1 Проводит исследования и испытания сырья, готовой продукции по заданным методикам	<b>Уметь</b> проводить исследования и испытания сырья, реагентов и готовой продукции по заданным методикам	Устный доклад	Да	Нет	
		<b>Знать</b> типовые методики исследования и испытания сырья, готовой продукции	Устный опрос	Да	Нет
			Вопросы к экзамену	Нет	Да
<b>Владеть</b> навыками проведения испытаний сырья и выпускаемой продукции	Устный доклад	Да	Нет		
ОПК-5.3 Способен обрабатывать и интерпретировать данные экспериментов при осуществлении профессиональной деятельности	<b>Уметь</b> использовать математические методы разработки и исследования эффективных процессов и аппаратов химической технологии с учетом требований техники безопасности	Устный доклад	Да	Нет	
		<b>Владеть</b> способами обработки и интерпретации данных экспериментальных исследований при разработке моделей химико-технологических процессов	Устный доклад	Да	Нет
	<b>Знать</b> принципы и методы построения математических моделей основных процессов химической технологии; способы обработки и интерпретации экспериментальных данных	Устный опрос	Да	Нет	
		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 5

#### Примерные вопросы к практическим занятиям

##### Практическое занятие № 1-2 «Принципы математического моделирования»

1. Дайте определение понятиям «модель», «моделирование». Приведите примеры.
2. Перечислите виды моделирования, проанализируйте возможности их применения в химической технологии. В чем заключается основная сложность моделирования химико-технологических процессов?
3. Назовите два основных вида математических моделей. Приведите примеры.
4. В чем отличие стохастических моделей от детерминированных?
5. Перечислите основные этапы математического моделирования.
6. К каким этапам моделирования необходимо вернуться, если расчет на модели показал неадекватный результат?
7. Основные группы уравнений, входящих в математическое описание процесса
8. Блочный принцип построения математической модели
9. Составьте общую структуру математической модели с применением блочного принципа
10. Представьте математически закон сохранения массы

##### Практическое занятие № 3-4 «Типы моделей гидродинамики»

1. Назовите типовые математические модели структуры потоков в аппаратах
2. Перечислите модели идеального вытеснения
3. Перечислите модели идеального смешения
4. Дайте характеристику диффузионной модели
5. Дайте характеристику ячеечной модели
6. Что такое кривая отклика?
7. Перечислите методы определения гидродинамической структуры потоков
8. Математическая модель стационарного режима движения жидкости в простой гидравлической системе

##### Практическое занятие № 5-8 «Моделирование кинетики»

1. Какие закономерности применяются для описания микрокинетики реакции
2. Какие основные концепции формальной кинетики вам известны?
3. Что такое скорость химической реакции? Как определяется?
4. Какова температурная зависимость скорости химической реакции?
5. Какой закон лежит в основе формальной кинетики? Его формулировка.
6. Какие связи устанавливают кинетические уравнения?
7. Какие численные методы используются для решения кинетических уравнений?
8. Что такое гетерогенная химическая реакция?
9. Сформулируйте понятие скорости гетерогенной химической реакции
10. Что такое механизм химической реакции?

11. Чем отличается кинетическая модель гетерогенной и гомогенной химических реакций?

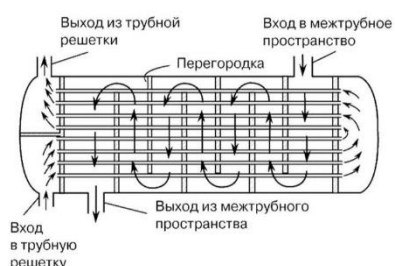
## Семестр 6

### Практическое занятие № 1-2 «Математические модели химико-технологических объектов»

1. Перечислите основные типы объектов химической технологии
2. Назовите типовые математические модели структуры потоков в аппаратах
3. Что такое смеситель потоков? Применение смесителей потоков в химической технологии.
4. Составьте уравнения материального и теплового балансов смесителя
5. Почему при расчете температуры выходного потока смесителя необходимо применять метод итераций? Поясните.
6. В чем заключается сущность метода итераций?
7. Каков алгоритм расчета смесителя?
8. Чем определяется заданная точность расчетов?
9. Экспериментально-аналитический метод составления математических моделей
10. Области применения различных моделей структуры потоков в аппарате

### Практическое занятие № 3-6 «Моделирование теплообменных процессов»

1. Сформулируйте основные законы, описывающие процессы теплообмена.
2. Каким образом можно определить гидродинамическую структуру потоков в теплообменном аппарате?
3. Назовите математические модели теплообменных аппаратов.
4. Какие составляющие учитываются при разработке уравнений теплового баланса теплообменного аппарата?
5. Назовите управляющие параметры процесса теплообмена
6. Каким образом можно выбрать оптимальные размеры теплообменного аппарата



7. Задан многоходовой кожухотрубный теплообменник с перегородками в межтрубном пространстве. Заданы все конструктивные параметры. Теплоноситель движется в трубном пространстве, хладагент – в межтрубном. Принять идеальное вытеснение для трубного пространства и однопараметрическую

диффузионную модель для межтрубного пространства. Построить модель с учетом тепловой инерционности стенок внутренних трубок. Потери в окружающую среду пренебречь.

8. Для теплообменника, приведенного в задании 7, принять, что движение потока в трубном пространстве характеризуется моделью вытеснения, а движение потока в межтрубном пространстве характеризуется в каждой секции (количество секций определяется по числу перегородок) моделью смешения.

Построить модель без учета тепловой инерционности стенок. Потери тепла в окружающую среду пренебречь.

## **Практическое занятие № 7-12 «Моделирование кинетических реакций. Моделирование химических реакторов. Реакционные процессы»**

1. Выбор типа химического реактора по кинетическим параметрам
2. В чем состоят принципиальные различия в условиях теплообмена для изотермического и адиабатического режимов работы реактора?
3. Какие численные методы используются для решения кинетических уравнений?
4. Математическая модель реактора идеального перемешивания
5. Математическая модель реактора идеального вытеснения
6. Какие математические модели химических реакторов вы можете назвать?
7. Какие составляющие входят в математическую модель гомогенного химического реактора?
8. В чем отличие уравнений теплового баланса адиабатического и политропического реакторов?
9. Дайте определение времени контакта и напишите расчетную формулу
10. Что такое стационарный и динамический режимы работы химического реактора?
11. Какие параметры влияют на продолжительность выхода реактора на стационарный режим?
12. Какие численные методы можно применить, если математическая модель химического реактора представляет собой систему дифференциальных уравнений первого порядка?
13. Приведите примеры гомогенных химических промышленных процессов
14. Перечислите особенности применения закона действующих поверхностей и назовите его отличие от закона действующих масс
15. Экспериментально-аналитический метод составления математических моделей химических реакторов
16. Области применения различных моделей структуры потоков в аппарате
17. Задачи, которые решаются с помощью математического моделирования химических реакторов

## **Практическое занятие № 13-16 «Моделирование массообменных процессов»**

1. Назовите 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?
9. Какие уравнения входят в математическое описание процесса ректификации?

10. Что является исходными данными и результатом расчета при моделировании процесса ректификации?
11. В чем коренное отличие моделирования насадочной колонны от тарельчатой?
12. Какие численные методы, применяющиеся для решения систем нелинейных уравнений, вы знаете?
13. В чем заключается различие процессов сепарации и ректификации?
14. Какими математическими моделями описывается процесс абсорбции?
15. Какими математическими моделями описывается процесс адсорбции?

### **Примерные вопросы к лабораторным работам**

#### **Вопросы к лабораторной работе №1-2 «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»

#### **Вопросы к лабораторной работе № 3-4 «Моделирование массообменных процессов»**

1. Дайте определение процесса ректификации.
2. Что является движущей силой процесса ректификации?
3. За счет чего обеспечивается движение фаз в ректификационной колонне?
4. Перечислите части ректификационной колонны, которые описываются строгой математической моделью ректификационной колонны.
5. Перечислите уравнения входящие в математическую модель тарелки ректификационной колонны.
6. Перечислите уравнения входящие в математическую модель конденсатора ректификационной колонны.
7. Перечислите уравнения входящие в математическую модель куба ректификационной колонны.
8. Функцией каких переменных является константа фазового равновесия? Функцией каких переменных является энтальпия?

9. Что представляет собой с математической точки зрения строгая математическая модель ректификационной колонны?
10. Сформулируйте задачу расчета парожидкостного равновесия многокомпонентной смеси.
11. Дайте характеристику моделей основанных на уравнении фазового состояния и области их применения.
12. Дайте характеристику групповым моделям и области их применения.
13. Перечислите возможности программы Unisim для моделирования ректификационных колонн

### **Примерные темы докладов**

1. Математические модели химических равновесий
2. Математические модели гидравлических и теплообменных систем
3. Методы оптимизации технологических процессов с использованием математических моделей
4. Оптимизация технологических процессов с использованием математических моделей методами планирования эксперимента
5. Поиск оптимума методом крутого восхождения
6. Химико – технологический процесс как объект математического моделирования
7. Основные группы уравнений, входящих в математическое описание процесса
8. Блочный принцип построения математической модели
9. Математическое описание массообменных аппаратов
10. Моделирование химических реакторов

### **Формы промежуточной аттестации**

#### **Семестр 5**

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

1. Классификация моделей химической технологии
2. Введение. Основные понятия и термины. Классификация моделей. Материальные и мысленные модели
3. Принципы построения моделей химико-технологических процессов. Системы и процессы
4. Свойства моделей. Цели моделирования
5. Роль моделей и моделирования в познании. Метод физического моделирования, области применения
6. Этапы построения моделей
7. Материальное моделирование. Идеальное моделирование
8. Иерархическая структура современного химического предприятия. Химико-технологическая система как большая система
9. Основные положения системного анализа. Понятие физико-химической системы
10. Компьютерные технологии как основа современного подхода к управлению технологическими процессами органического синтеза
11. Общая характеристика задач химической технологии, решаемых с применением компьютерных технологий
12. Принципы математического моделирования процессов химической технологии.
13. Исследование химико-технологических процессов методом математического моделирования
14. Блочный принцип построения математической модели ХТС

15. Классификация уравнений модели
16. Этапы построения математической модели ХТС органического синтеза
17. Методология построения математических моделей химико-технологических процессов
18. Состав математического описания химико-технологического объекта
19. Требования, предъявляемые к модели химико-технологического объекта
20. Структура математической модели химико-технологического объекта

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

1. Математическое описание гидродинамической структуры потоков
2. Этапы построения математической модели
3. Схема этапов математического моделирования
4. Математическое описание структуры потоков в аппарате (гидродинамика)
5. Типовые математические модели структуры потоков в аппарате
6. Модель идеального смешения
7. Модель идеального вытеснения
8. Диффузионные гидродинамические модели
9. Виды уравнений и методы их решения при моделировании химико - технологических процессов
10. Уравнения материального баланса в интегральной и дифференциальной формах
11. Понятия переходного и стационарного состояния объекта. Некоторые варианты решения уравнений баланса и предельные переходы к стационарному состоянию
12. Интегральные и дифференциальные уравнения теплового баланса
13. Размерности величин, участвующих в вычислениях и их согласования
14. Математические модели основных процессов химической технологии
15. Моделирование тепловых процессов химической технологии. Основные законы теплообмена
16. Математические модели теплообменных аппаратов
17. Математическое моделирование кинетики химических реакций
18. Моделирование гомогенных химических реакторов
19. Тепловой баланс химико-технологического объекта и его моделирование
20. Математическое моделирование массообменных процессов
21. Моделирование процессов ректификации
22. Моделирование процессов абсорбции и адсорбции
23. Математическое описание равновесия в системе «жидкость-пар» и «жидкость-жидкость»
24. Методы оптимизации моделирования химико-технологических процессов
25. Статистические методы оптимизации
26. Систематизация методов оптимизации моделирования
27. Одномерная оптимизация
28. Многомерный поиск оптимума

## 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 «Моделирование химико-технологических процессов»

1. Этапы построения математической модели
2. Математическое описание равновесия в системе «жидкость-пар» и «жидкость-жидкость»
3. Интегральные и дифференциальные уравнения теплового баланса

Для направления 18.03.01 Химическая технология  
Семестр 6

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 (5-6 семестр)	Систематически в соответствии с расписанием занятий, письменно	зачет/незачет
2	Отчет по лабораторным работам (6 семестр)	Систематически в соответствии с расписанием занятий, письменно	зачет/незачет
3	Устный доклад (6 семестр)	Систематически в соответствии с расписанием занятий после изучения соответствующих разделов, устно	по пятибалльной шкале
4	Зачет (5 семестр)	На этапе промежуточной аттестации	зачет/незачет
5	Экзамен (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