

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Заболотный Г.И. / Заболотный  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 02.10.2023 09:37:28  
Уникальный программный ключ:  
476db7d4accb36ef8130172be235477473d63457266ce26b7e9e40f733b8b08

**МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ**

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

УТВЕРЖДАЮ:

Директор филиала ФГБОУ ВО  
"СамГТУ" в г. Новокуйбышевске

\_\_\_\_\_ / Г.И. Заболотный

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.О.03.08 «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>	Заочная
<b>Год начала подготовки</b>	2023
<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>	216 / 6
<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 \_\_\_\_\_ 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 .....	7
4.3 Содержание практических занятий .....	7
4.4. Содержание самостоятельной работы .....	8
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) .....	9
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения .....	10
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем .....	11
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) .....	11
9. Методические материалы .....	12
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) .....	14

**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	Введение в 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	7 семестр часов / часов в электронной форме	8 семестр часов / часов в электронной форме
<b>Аудиторная контактная работа (всего),</b> в том числе:	10	6	4
Лекции	4	4	0
Практические занятия	6	2	4
<b>Самостоятельная работа (всего),</b> в том числе:	195	195	0
подготовка к зачету	14	14	0
подготовка к практическим занятиям	20	20	0
подготовка к экзамену	20	20	0
составление конспектов	141	141	0
<b>Контроль</b>	11	2	9
<b>Итого: час</b>	108	108	0
<b>Итого: з.е.</b>	6	3	3

**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	4	0	2	100	106

2	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов. Оптимизация химико-технологических процессов	0	0	4	95	99
	<b>Контроль</b>	0	0	0	0	11
	<b>Итого</b>	4	0	6	195	216

#### 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>7 семестр</b>				
1	Общие вопросы моделирования химико-технологических процессов	Классификация и свойства моделей	Введение. Основные понятия и термины. Классификация моделей. Материальные и мысленные модели. Принципы построения моделей химико-технологических процессов. Системы и процессы. Свойства моделей. Цели моделирования.	2
2	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
<b>Итого за семестр:</b>				<b>4</b>
<b>Итого:</b>				<b>4</b>

#### 4.2 Содержание лабораторных занятий

Учебные занятия не реализуются.

#### 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>7 семестр</b>				
1	Общие вопросы моделирования химико-технологических процессов	Принципы математического моделирования	Классификация математических моделей. Принципы математического моделирования процессов химической технологии.	2

2	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов. Оптимизация химико-технологических процессов	Моделирование массообменных процессов	Блочный принцип построения моделей массопередачи. Общая характеристика математического описания: уравнение баланса массы, уравнение равновесия, уравнение кинетики.	2
3	Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов. Оптимизация химико-технологических процессов	Моделирование теплообменных процессов	Моделирование теплообменных процессов. Расчет теплового баланса	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>6</b>
<b>Итого:</b>				<b>6</b>

#### 4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц; рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов
<b>7 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.	78
Общие вопросы моделирования химико-технологических процессов	Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического материала по теме проведения практического занятия, оформление отчета	8
Общие вопросы моделирования химико-технологических процессов	Подготовка к зачету	Подготовка по вопросам раздела к зачету	14



Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов. Оптимизация 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. Систематизация методов оптимизации. Статистические методы оптимизации. Численные методы решения оптимизационных задач	63
Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов. Оптимизация химико-технологических процессов	Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического материала по теме проведения практического занятия, оформление отчета	12
Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов. Оптимизация химико-технологических процессов	Подготовка к экзамену	Подготовка по вопросам раздела к экзамену	20
<b>Итого за семестр:</b>			<b>195</b>
<b>Итого:</b>			<b>195</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 информационной 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**

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

#### **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 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 обучающимся 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.

**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>	Заочная
<b>Год начала подготовки</b>	2023
<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>	216 / 6
<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>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
	<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	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
ОПК-5.1 Проводит исследования и испытания сырья, готовой продукции по заданным методикам	<b>Владеть</b> навыками проведения испытаний сырья и выпускаемой продукции			
	<b>Уметь</b> проводить исследования и испытания сырья, реагентов и готовой продукции по заданным методикам	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Знать</b> типовые методики исследования и испытания сырья, готовой продукции	Вопросы к зачету	Нет	Да
ОПК-5.3 Способен обрабатывать и интерпретировать данные экспериментов при осуществлении профессиональной деятельности	<b>Знать</b> принципы и методы построения математических моделей основных процессов химической технологии; способы обработки и интерпретации экспериментальных данных	Вопросы к зачету	Нет	Да
	<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
	<b>Владеть</b> способами обработки и интерпретации данных экспериментальных исследований при разработке моделей химико-технологических процессов	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
<b>Математическое и структурное моделирование химико-технологических процессов. Оптимизация химико-технологических процессов</b>				
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	Доклад	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да

	<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
	<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
ОПК-5.1 Проводит исследования и испытания сырья, готовой продукции по заданным методикам	<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
	<b>Знать</b> типовые методики исследования и испытания сырья, готовой продукции	Доклад	Да	Нет
Вопросы к экзамену		Нет	Да	
ОПК-5.3 Способен обрабатывать и интерпретировать данные экспериментов при осуществлении профессиональной деятельности	<b>Знать</b> принципы и методы построения математических моделей основных процессов химической технологии; способы обработки и интерпретации экспериментальных данных	Доклад	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
	<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
	<b>Владеть</b> способами обработки и интерпретации данных экспериментальных исследований при разработке моделей химико-технологических процессов	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет

**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**

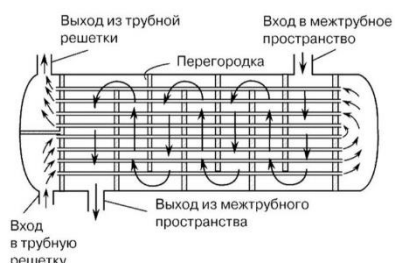
**Примерные вопросы к практическим занятиям**

**Практическое занятие № 1 «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 № 2 «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. Потерями тепла в окружающую среду пренебречь.

### **Практическое занятие № 3 «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 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**

### **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  
Курс 4

Составитель:  
\_\_\_\_\_ ФИО

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ ФИО

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

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

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

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

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

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

Учебная дисциплина как правило формирует несколько компетенций, процедура оценивания представлена в табл. 3.

№	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	Устный доклад	Систематически в соответствии с расписанием занятий после изучения соответствующих разделов, устно	по пятибалльной шкале
4	Зачет	На этапе промежуточной аттестации	зачет/незачет
5	Экзамен	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):** 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.