

Энгельсский технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Технология и оборудование химических,  
нефтегазовых и пищевых производств»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

Б.1.1.29 Моделирование химико-технологических процессов

Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»

Профиль «Технология химических и нефтегазовых производств»

Формы обучения: очная, заочная

Объем дисциплины:

в зачетных единицах: 2 з.е.

в академических часах: 72 ак.ч.

Рабочая программа по дисциплине «Моделирование химико-технологических процессов» направления подготовки 18.03.01 «Химическая технология», профиль «Технология химических и нефтегазовых производств» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 18.03.01 «Химическая технология», утвержденным приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 №10.

Рабочая программа:

обсуждена и рекомендована к утверждению решением кафедры «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых производств» от «19» июня 2023 г., протокол № 13.

Заведующий кафедрой  / Левкина Н.Л. /

одобрена на заседании УМКН/УМКС от «26» июня 2023 г., протокол № 5.

Председатель УМКН/УМКС  / Левкина Н.Л. /

## **1. Цель и задачи освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины Б.1.1.29 «Моделирование химико-технологических процессов» является изучение бакалаврами метода моделирования для решения профессиональных вопросов совершенствования химико-технологических процессов.

Задачи изучения дисциплины состоят:

- в освоении подходов и методик, позволяющих проводить моделирование технологических процессов;
- в освоении методики математического анализа и моделирования применительно к экспериментальным исследованиям.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Моделирование химико-технологических процессов» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины.**

Изучение дисциплины направлено на формирование следующей компетенции

ОПК-6: способность понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ОПК-6. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ИД-2опк-6. Способен освоить подходы и методики, позволяющие проводить моделирование химико-технологических процессов для решения задач профессиональной деятельности	<p><b>знать:</b> методы построения моделей химико-технологических процессов; методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей, принципы работы информационных технологий</p> <p><b>уметь:</b> анализировать технологический процесс, используя физико-химические методы для обоснования математического описания изучаемой системы, квалифицированно ставить задачу моделирования, оптимизации технологического процесса и решать ее.</p> <p><b>владеть:</b> методами определения оптимальных и рациональных технологических процессов и режимов работы оборудования. современными информационными технологиями для решения задач профессиональной</p>

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

##### *очная форма обучения*

Вид учебной деятельности	акад. часов	
	Всего	по семестрам
		7 сем.
1. Аудиторные занятия, часов всего, в том числе:	32	32
• занятия лекционного типа,	16	16
• занятия семинарского типа:	-	-
практические занятия	16	16
лабораторные занятия	-	-
в том числе занятия в форме практической подготовки	-	-
2. Самостоятельная работа студентов, всего	40	40
– курсовая работа (проект)	-	-
3. Промежуточная аттестация: <i>экзамен, зачет с оценкой, зачет</i>		зачёт
Объем дисциплины в зачетных единицах	2	2
Объем дисциплины в акад. часах	72	72

##### *заочная форма обучения*

Вид учебной деятельности	Заочная форма обучения (акад. часов)		Заочная форма обучения по индивидуальным планам в ускоренные сроки (акад. часов)	
	Всего	по семестрам	Всего	по семестрам
		9 сем.		
1. Аудиторные занятия, часов всего, в том числе:	10	10		
• занятия лекционного типа,	6	6		
• занятия семинарского типа:	-	-		
практические занятия	4	4		
лабораторные занятия	-	-		
в том числе занятия в форме практической подготовки	-	-		
2. Самостоятельная работа студентов, всего	62	62		
– курсовая работа (проект)	-	-		
– контрольная работа	+	+		

3.Промежуточная аттестация: <i>экзамен, зачет с оценкой, зачет</i>	зачёт	зачёт		
Объем дисциплины в зачетных единицах	2	2		
Объем дисциплины в акад. часах	72	72		

## **5. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием количества академических часов и видов учебных занятий**

### **5.1. Содержание дисциплины**

**Тема 1.** Роль моделирования в решении вопросов химической технологии, оптимизации процессов (вводная лекция).

**Тема 2.** Моделирование. Математическое моделирование. Математические модели.

Моделирование, понятие объекта моделирования, модели. Метод математического моделирования. Классификация моделей. Принципы построения моделей: детерминистический и эмпирический (статистический) подходы к объекту. Методы составления математического описания объекта. Проверка адекватности моделей. Аналитические численные методы моделирования.

**Тема 3.** Построение детерминированных моделей химико-технологических процессов

Структурность модуля в структуре модели ХТС. Этапы построения детерминированной математической модели. Топологический анализ структуры ХТС (использование теории графов). Построение топологических схем потоков переноса и превращений отдельных компонентов. Представление структуры ХТС в виде таблиц. Стехиометрическая модель технологической системы. Математическая модель технологической системы. Уравнение материального и теплового балансов как основа математической модели. Допустимые упрощения математической модели: использование аппаратов идеального смешения и вытеснения, изотермичность процесса.

**Тема 4.** Экспериментально-статистические математические модели

Понятие функции отклика, факторов, влияющих на функцию отклика. Требования, предъявляемые к выбору факторов. Планы, используемые в моделировании химико-технологических процессов: планы 1порядка, ОЦКП, симплекс планирование.

## 5.2. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

### *очная форма обучения*

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Виды занятий, включая самостоятельную работу студентов (в акад. часах)			Код индикатора достижения компетенции
		занятия лекционного типа	занятия семинарского типа / из них в форме практической подготовки	самостоятельная работа	
<b>Семестр 2</b>					
1.	<b>Тема 1.</b> Роль моделирования в решении вопросов химической технологии, оптимизации процессов (вводная лекция)	2	-	2	ИД-2ОПК-6
2.	<b>Тема 2.</b> Моделирование. Математическое моделирование. Математические модели.	2	-	12	ИД-2ОПК-6
3.	<b>Тема 3.</b> Построение детерминированных моделей химико-технологических процессов	6	-	8	ИД-2ОПК-6
4.	<b>Тема 4.</b> Экспериментально-статистические математические модели	6	-	18	ИД-2ОПК-6
	<b>Итого</b>	<b>16</b>	-	<b>40</b>	

**заочная форма обучения**

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Виды занятий, включая самостоятельную работу студентов (в акад. часах)			Код индикатора достижения компетенции
		занятия лекционного типа  <i>заочная / ИПУ</i>	занятия семинарского типа / из них в форме практической подготовки  <i>заочная / ИПУ</i>	самос- тоятельная работа  <i>заочная / ИПУ</i>	
1.	Тема 1. Роль моделирования в решении вопросов химической технологии, оптимизации процессов.	1 / -	-	10 / -	ИД-2ОПК-6
2.	Тема 2. Моделирование. Математическое моделирование. Математические модели.	1 / -	-	12 / -	ИД-2ОПК-6
3.	Тема 3. Построение детерминированных моделей химико-технологических процессов	2 / -	-	14 / -	ИД-2ОПК-6
4.	Тема 4. Экспериментально-статистические математические модели	2 / -	-	26 / -	ИД-2ОПК-6
	<b>Итого</b>	<b>6 / -</b>	<b>- / -</b>	<b>62 / -</b>	



## 5.2. Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование практического занятия	Объем дисциплины в акад. часах		
			очная форма обучения	очно-заочная форма обучения / ИПУ <i>(при наличии)</i>	заочная форма обучения / ИПУ <i>(при наличии)</i>
1	Тема 2. Моделирование. Математическое моделирование. Математические модели.	Оценка воспроизводимости экспериментальных результатов с помощью критерия Кохрена. Расчет доверительного интервала при обработке экспериментальных результатов. Построение математической модели для экспериментально полученных результатов (аппроксимация).	8	-	4
2	Тема 4. Экспериментально-статистические математические модели	Применение планов первого порядка при моделировании химико-технологических процессов. Использование ортогонального центрального композиционного планирования при моделировании химико-технологических процессов	8		3
	<b>Итого</b>		16		4

## 5.4. Перечень лабораторных работ

*Лабораторные работы не предусмотрены*

## 5.5. Задания для самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Объем дисциплины в акад. часах		
			очная форма обучения	очно-заочная форма обучения / ИПУ	заочная форма обучения / ИПУ
1.	Тема 1. Роль моделирования в решении вопросов химической технологии, оптимизации процессов.	Использование моделирования в химической технологии. Примеры	2	–	10 /–
2.	Тема 2. Моделирование. Математическое моделирование. Математические модели.	Моделирование как метод исследования. Классификация моделей. Прогнозирующие модели (примеры), тренажерные модели (примеры). Математические модели. Математическая модель и задачи оптимизации. Управляемые переменные, неуправляемые параметры, случайные факторы, неопределенные факторы. Примеры.	12	–	12 /–
3.	Тема 3. Моделирование. Математическое моделирование. Математические модели.	Уравнения материального баланса для аппаратов идеального смешения и вытеснения, работающих в стационарном, нестационарном, квазистационарном режимах. Составление уравнений материального баланса электролизной установки. Подготовка к практическим занятиям по теме 3.	8	–	14 /–
4.	Тема 4 Экспериментально-статистические	Построение экспериментально-статистических моделей: использование планов первого порядка (полный факторный план,	18	–	26 /–

	математические модели	дробный факторный план), ортогонально центрального композиционного планирования, симплекс планирования. Подготовка к практическим занятиям.			
--	-----------------------	---	--	--	--

В результате освоения заданий самостоятельной работы студент должен уметь решать задачи по изученным темам, подготовиться к практическим занятиям, а также к зачёту. На основе изученного материала студент должен выполнить письменные задания в виде модулей, как промежуточного контроля знаний.

### **6. Расчетно-графическая работа**

*Расчетно-графическая работа не предусмотрена.*

### **7. Курсовая работа**

*Курсовая работа не предусмотрена.*

### **8. Курсовой проект**

*Курсовой проект не предусмотрен.*

### **9. Контрольная работа**

Контрольная работа предусмотрена по заочной форме обучения. Предусмотрена 1 контрольная работа, включающая теоретические вопросы и расчетные задачи. Она выполняется в соответствии с разработанными методическими указаниями.

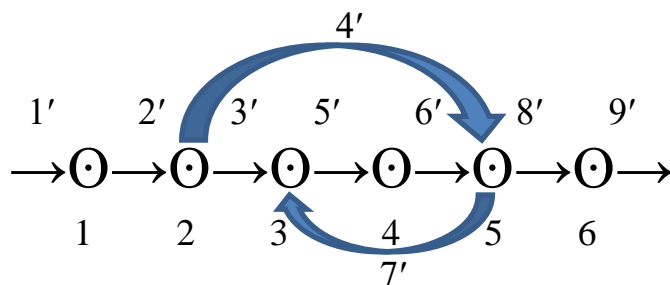
### **Структура контрольной работы:**

1. Титульный лист.
2. Ответы на вопросы контрольной работы
3. Условие задачи и ее решение с приведением соответствующих теоретических пояснений и формул (при наличии).
4. Приложения:
  - Использованная литература
  - Интернет-источники с указанием ссылки.

## Контрольная работа для студентов з/о по дисциплине «Моделирование химико-технологических процессов».

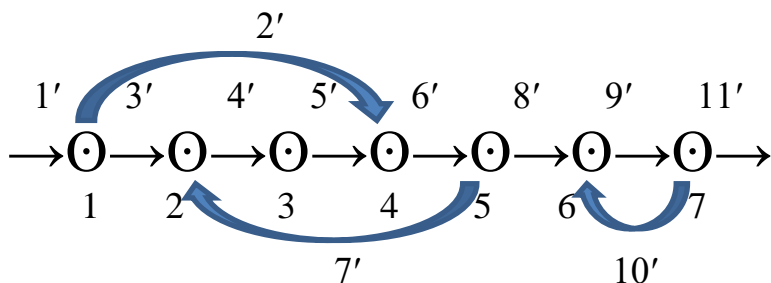
### Вариант 1

1. Моделирование. Понятие объекта моделирования, модели. Примеры.
2. Оптимизация химико-технологических процессов. Постановка и формулирование задачи.
3. Модели образования зародышей при электроосаждении металлов.
4. Понятие стехиометрической модели химико-технологической системы (ХТС). Общие свойства стехиометрической модели.
5. Представить структуру ХТС в виде матриц смежности и списка смежности



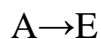
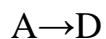
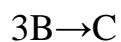
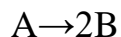
### Вариант 2

1. Моделирование. Способы моделирования: теория подобия в моделировании, аналогия.
2. Получение модели при эмпирическом подходе. Пассивный и активный эксперимент.
3. Модель ориентированного зародышеобразования при электроосаждении металла.
4. Стехиометрическая модель химико-технологической системы (ХТС).  
Линейные преобразования стехиометрических уравнений сложных реакций.
5. Представить структуру ХТС в виде матриц смежности и списка смежности



### **Вариант 3**

1. Метод математического моделирования. Использование в электрохимии, электрохимической технологии.
2. Материальные и мысленные модели.
3. Текстура. Виды текстур.
4. Этапы построения детерминированной математической модели химико-технологической системы (ХТС)
5. Привести представленные уравнения реакций к виду формально-параллельных:

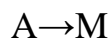
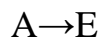
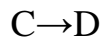
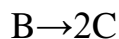
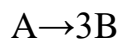


Назначение данного приема.

### **Вариант 4**

1. Моделирование. Классификация моделей. Примеры.
2. Планирование эксперимента. Применение в химической технологии.
3. Текстура. Теории, описывающие процессы текстурирования.
4. Математическая модель технологической системы. Уравнения материального и теплового балансов как основа математической модели.

5. Провести преобразование последовательных реакций к виду формально-параллельных:



С какой целью проводится преобразование?

### ***Вариант 5***

1. Принципы построения моделей: детерминистический и эмпирический подходы к объекту.
2. Приемы, используемые при термодинамическом моделировании ориентированной электрокристаллизации из растворов электролитов.
3. Модель зародышеобразования Странского-Крастанова.
4. Химико-технологическая система (ХТС). Элемент ХТС, типы связей ХТС. Задачи анализа ХТС.
5. Стехиометрическая модель ХТС. Свойства стехиометрической модели.

### ***Вариант 6***

1. Моделирование. Физические и математические мысленные модели. Примеры в химии, электрохимии, электрохимической технологии.
2. Метод наименьших квадратов и его использование при обработке экспериментальных данных.
3. Текстура. Взаимосвязь степени совершенства структуры осадка с его свойствами.
4. Понятие о структуре химико-технологической системы (ХТС). Представление структуры ХТС в виде схемы потоков переноса веществ и их превращений.
5. Упрощения, допускаемые при составлении математической модели.

### ***Вариант 7***

1. Математическая модель. Использование математической модели в решении вопросов оптимизации процессов.
2. Использование планов I порядка для построения математического описания химического (электрохимического) процесса.
3. Модель зародышеобразования Франка, Ван-дер-Мерве.
4. Представление структурной схемы химико-технологической системы (ХТС) с помощью матриц.
5. Стехиометрическая модель ХТС. Принцип преобразования стехиометрических уравнений к виду, удобному для моделирования.

### ***Вариант 8***

1. Этапы построения математической модели. Понятие аналитической и эмпирической модели.
2. Планирование эксперимента с помощью планов II-го порядка (на примере ортогонального центрального композиционного плана ОЦКП)
3. Модель зародышеобразования Фольмера-Вебера.
4. Топологический анализ структуры химико-технологической системы (использование теории графов)
5. Понятие числа степеней свободы при математическом моделировании. Физический и математический смысл.

### ***Вариант 9***

1. Статистические модели процессов.
2. Понятие о тренажерном и прогнозном компьютерном моделировании. Примеры.
3. Текстура гальванического осадка. Классификация электрохимических осадков по текстурированию.

4. Элементарные химические реакции, фазовые переходы, рассматриваемые при моделировании химико-технологической системы (ХТС).
5. Приведение уравнений электродных реакций к молекулярной форме путем суммирования: перекрестное суммирование стехиометрических уравнений, аддитивное суммирование стехиометрических уравнений.

### ***Вариант 10***

1. Математическая модель. Оценка адекватности модели.
2. Этапы термодинамического моделирования ориентированной электрокристаллизации.
3. Использование удельной поверхностной энергии ( $\sigma$ ) на границе раздела фаз для определения механизма зародышеобразования.
4. Моделирование химико-технологической системы (ХТС). Элементарные электрохимические процессы, рассматриваемые при моделировании ХТС.
5. Уравнения материального и теплового балансов как основа математической модели ХТС.

## **10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации**

Оценивание результатов обучения по дисциплине Б.1.1.29 «Моделирование химико-технологических процессов» и уровня сформированности компетенций (части компетенции) осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в соответствии с Фондом оценочных средств.

Для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины Б.1.1.29 «Моделирование химико-технологических процессов», проводится промежуточная аттестация в виде зачета.

Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине Б.1.1.29 «Моделирование химико-технологических процессов» включает работу на



практических занятиях, выполнение самостоятельной работы, тестовых заданий и сдачу зачета.

Работа на практических занятиях считается выполненной, если представлены расчеты, построены графические зависимости, получены математические уравнения, описывающие процесс, разработаны регрессионные уравнения, описывающие технологический процесс при использовании ПФП и ОЦКП. Самостоятельная работа считается успешно выполненной, в случае если проработан теоретический материал по каждой теме (задания соответствуют пункту 5.5 рабочей программы). В конце семестра обучающийся письменно отвечает на тестовые задания, содержащие вопросы по изучаемому материалу. Оценивание тестовых заданий проводится по принципу «зачтено» / «не зачтено». В качестве критериев оценивания используется количество правильных ответов. При ответе более чем, на 60 % вопросов выставляется «зачтено», в случае меньшего количества правильных ответов ставится «не зачтено». К зачету по дисциплине обучающиеся допускаются при:

- выполнении заданий на практических занятиях, проработке теоретического материала по каждой теме в соответствии с пунктом 5.5 рабочей программы;
- успешном написании тестовых заданий.

Зачет может сдаваться – устно, по билетам, в которых представлено 3 вопроса из перечня «Вопросы для зачета». Оценивание проводится по принципу «зачтено» / «не зачтено» при достижении и превышении студентом порогового уровня знаний по дисциплине: «зачтено» ставится при правильном, полном и логично построенном ответе; умении оперировать специальными терминами; использовании в ответе дополнительного материала; иллюстрирование теоретического положения практическим материалом. Но в ответе могут иметься:

- негрубые ошибки или неточности,
  - затруднения в использовании практического материала,
  - не вполне законченные выводы или обобщения.
- «Не зачтено» ставится при:
- неполном схематичном ответе,
  - неумении оперировать специальными терминами или их незнании;
  - по тестам: «зачтено» ставится при количестве баллов 60 и более, «не зачтено» - менее 60 баллов.

Уровень освоения компетенции в рамках дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов»

Уровни сформированности компетенций	Содержательное описание уровня	Основные признаки уровня освоения компетенций
Пороговый	Обязательный для всех обучающихся студентов – выпускников вуза направления по завершению освоения ООП ВО	<p><u>Знание</u> метода моделирования, подходов к составлению математической модели.</p> <p><u>Умение</u> применить знания к вопросам моделирования химико-технологических процессов.</p> <p><u>Владение</u> полученными знаниями для осуществления расчетов и оптимизации химико-технологических процессов.</p>

**Вопросы к модулю 1 по дисциплине «Моделирование химико-технологических процессов»**

1. Понятие моделирования, объекта моделирования, модели. Привести примеры использования моделирования в ХТС.
  2. Физическое и математическое моделирование. Особенности, достоинства, недостатки.
  3. Этапы составления математической модели.
  4. Методы разработки математической модели.
  5. Детерминированные математические модели. Пример.
  6. Статистические методы построения математических моделей.
- Пример.
7. Математическая модель и задачи оптимизации технологического процесса.
  8. Структурный анализ ХТС. Использование теории графов. Назначение, допущения, используемые при построении структурной модели.
  9. Представление структуры ХТС в виде матриц.
  10. Стехиометрическая модель в молекулярной форме.
  11. Свойства стехиометрической модели ХТС.
  12. Элементарные химические процессы, протекающие в ХТС.
  13. Элементарные фазовые переходы в ХТС.

## **Вопросы для зачета**

1. Метод математического моделирования, применение.
2. Понятие объекта моделирования, модели.
3. Виды моделей.
4. Этапы построения детермированной модели.
5. Законы, лежащие в основе уравнений материального и энергетического балансов. Уравнение материального баланса.
6. Упрощения, допускаемые при составлении математической модели.
7. Понятие числа степеней свободы. Физической и математической смысл.
8. Оценка адекватности модели. Критерий Фишера.
9. Построение структурной модели процесса электродиализной очистки промывной воды, содержащей ионы тяжелых металлов.
10. Стехиометрическая модель. Принцип преобразования стехиометрических уравнений к виду, удобному для моделирования.
11. Топологическая модель. Пример построения топологической модели химико-технологического процесса.
12. Определение дисперсии воспроизводимости экспериментальных результатов.
13. Использование метода наименьших квадратов при обработке экспериментальных данных.
14. Использование метода интерполяции и аппроксимации при обработке экспериментальных данных.
15. Полный факторный план. Использование при моделировании химико-технологических процессов.
16. Симплекс планирование.
17. Ортогонально-центральное композиционное планирование.

## **11. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **11.1. Рекомендуемая литература**

1. Воробьев, Е. С. Моделирование химико-технологических процессов. в 2 ч. Ч. 2. Планирование оптимального эксперимента, реализация решений в среде Microsoft Excel : учебное пособие / Е. С. Воробьев, Э. А. Каралин, Ф. И. Воробьева. - Казань : КНИТУ, 2019. - 104 с. - ISBN 978-5-7882-2536-4. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL:

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788225364.html> - Режим доступа: по подписке.

2. Закгейм А.Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов: учеб. пособие [электронный ресурс]/А.Ю. Закгейм. - Москва: Логос, 2017. – 204 с. -: ISBN 978 – 5- 98704 – 497 – 1 – Текст: электронный // ЭБС «Консультант студента»: [сайт]. URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987044971.html> - Режим доступа: по подписке

3. Заварухин, С. Г. Математическое моделирование химико-технологических процессов и аппаратов: учебное пособие / Заварухин С.Г. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2017. - 86 с. - ISBN 978-5-7782-3284-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778232846.html> - Режим доступа: по подписке.

4. Клинаев Ю.В. Методы и технологии компьютерных вычислений в математическом моделировании: учеб. пособие / Клинаев, Д.В. Терин – Саратов: Издательство СГТУ, 2010. -208 с.

Экземпляры всего: 25

5. Савельева Е.А. Самостоятельная работа студентов: методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы студентов, обучающихся по направлениям подготовки 18.03.01 Химическая технология Е.А. Савельева, Л.Н. Ольшанская, Н.Д. Соловьева, И.И. Фролова: - Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., кафедра «Химические технологии», 2020. - 37 с. Режим доступа: <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1467&tip=6> (для авторизованных пользователей)

6. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Моделирование химико-технологических процессов» для студентов направления 18.03.01 - Химическая технология/ Н.Д. Соловьева, Е.Ю. Горбачева - Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2021. - 14 с. – Режим доступа: <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1003&tip=6> (для авторизованных пользователей)

7. Применение ортогонального центрального композиционного планирования эксперимента при решении вопросов оптимизации технологического процесса: методические указания к практическим занятиям для студентов направления 18.03.01 – Химическая технология / Н.Д. Соловьева, И.А. Фролов, И.И. Фролова – Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2021. – 14 с. – Режим доступа: <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1003&tip=6> (для авторизованных пользователей)

## 11.2 Периодические издания

1. Известия высших учебных заведений. серия Химия и химическая технология. Режим доступа: <https://elibrary.ru/contents.asp?issueid=942222>. Доступные архивы 2000-2020гг.
2. Пластические массы. Режим доступа: <https://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1112589>. Доступные архивы 2000-2021гг.
3. Журнал прикладной химии. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7798> Доступные архивы 2003 – 2020гг.

## 11.3. Нормативно-правовые акты и иные правовые документы

*не используются*

## 11.4 Перечень электронно-образовательных ресурсов

1. Учебно-методические материалы по дисциплине «Моделирование и оптимизация процессов создания композиционных материалов и покрытий» (электронный образовательный ресурс размещен в ИОС ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А. <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=105>)
2. Сайт ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А. <http://techn.sstu.ru/>

## 11.5 Электронно-библиотечные системы

1. «ЭБС IPRbooks»,
2. «ЭБС elibrary»
3. ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА

## 11.7. Печатные и электронные образовательные ресурсы в формах, адаптированных для студентов с ограниченными возможностями здоровья (для групп и потоков с такими студентами)

1. Адаптированная версия НЭБ, для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

## **12. Информационно-справочные системы и профессиональные базы данных**

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

### **12.1 Перечень информационно-справочных систем**

1. Справочная система «Консультант Плюс».
2. Библиотека МГУ им М.В.Ломоносова. Химический факультет МГУ  
[www.chem.msu.ru](http://www.chem.msu.ru)
3. Российская национальная библиотека (РНБ) [www.nlr.ru](http://www.nlr.ru)

### **12.2 Перечень профессиональных баз данных**

### **12.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения**

Образовательный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (подлежит обновлению при необходимости).

- 1) Лицензионное программное обеспечение  
Microsoft Windows10, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint),
- 2) Свободно распространяемое программное обеспечение

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде.

### **13. Материально-техническое обеспечение**

*Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа*

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 18 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; проекционный экран; мультимедийный проектор; ноутбук, подключенный в сеть с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint).

*Учебная аудитория для проведения занятий практического типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций.* Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: рабочие места обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; проекционный экран; мультимедийный проектор; ноутбук, подключенный в сеть с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А. Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint).

Рабочую программу составил:

профессор кафедры ТОХП



Соловьева Н.Д.

## 14. Дополнения и изменения в рабочей программе

**Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры**

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

**Внесенные изменения утверждены на заседании УМКН**

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Председатель УМКН института \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /