

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 4 «Технология химических и нефтегазовых производств»

Формы обучения: очная, заочная

Объем дисциплины:

в зачетных единицах: 2 з.е.

в академических часах: 72 ак.ч.

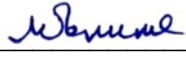
Рабочая программа по дисциплине «Моделирование химико-технологических процессов» направления подготовки 18.03.01 «Химическая технология», профиль 4 «Технология химических и нефтегазовых производств» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего 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 «06» июня 2024 г., протокол № 13.

Заведующий кафедрой  / Левкина Н.Л./
подпись Ф.И.О.

одобрена на заседании УМКН от «14» июня 2024 г., протокол №5.

Председатель УМКН  / Левкина Н.Л./
подпись Ф.И.О.

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>знать: 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>уметь: 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>владеть: 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	
Семестр 2					
1.	Тема 1. Роль моделирования в решении вопросов химической технологии, оптимизации процессов (вводная лекция)	2	-	2	ИД-2ОПК-6
2.	Тема 2. Моделирование. Математическое моделирование. Математические модели.	2	-	12	ИД-2ОПК-6
3.	Тема 3. Построение детерминированных моделей химико-технологических процессов	6	-	8	ИД-2ОПК-6
4.	Тема 4. Экспериментально-статистические математические модели	6	-	18	ИД-2ОПК-6
	Итого	16	-	40	

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
	Итого	6 / -	- / -	62 / -	

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
	Итого		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 электродиализной 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.

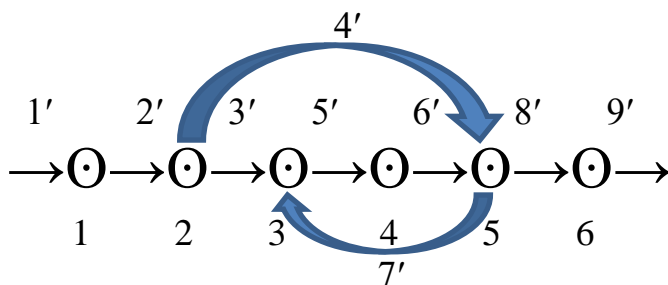
Структура контрольной работы:

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:
 - Используемая литература
 - Интернет-источники с указанием ссылки.

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

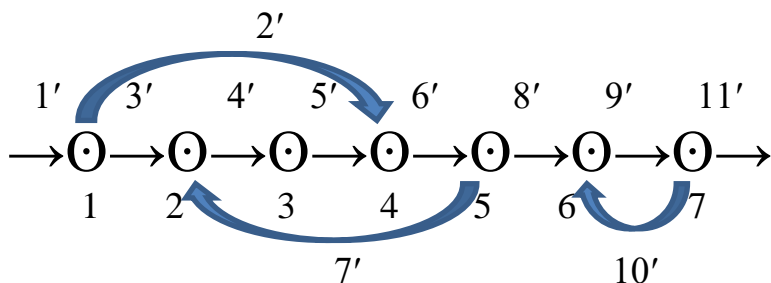
Вариант 1

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



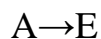
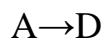
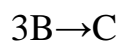
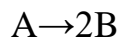
Вариант 2

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:

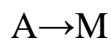
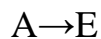
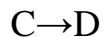
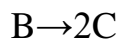
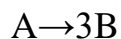


Назначение данного приема.

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 (σ) 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
3. Российская национальная библиотека (РНБ) 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 _____ / _____ /