

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

**М.1.1.8 «Моделирование и оптимизация процессов создания композиционных  
материалов и покрытий»**

Направление подготовки **18.04.01 «Химическая технология»**  
Профиль «Химическая технология композиционных материалов и покрытий»

Квалификация – магистр

форма обучения – очная

курс – 2

семестр – 3

зачетных единиц – 3

всего часов – 108

в том числе:

лекции – 16

практические занятия – 16

лабораторные занятия – нет

самостоятельная работа – 76

зачет – нет

экзамен – 3 семестр

РГР – нет

курсовая работа – нет

курсовой проект – нет

Рабочая программа обсуждена на заседании  
кафедры ТОХП

20.06.2022 года, протокол №10

Зав. кафедрой Левкина Н.Л.Левкина

Рабочая программа утверждена  
на заседании УМКН направления ХМТН  
27.06.2022 года, протокол №5

Председатель УМКН Левкина Н.Л.Левкина

Энгельс 2022

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

Цель преподавания дисциплины состоит в освоении магистрантами навыков активного использования моделирования при разработке и оптимизации процессов химической технологии, в частности, создании композиционных материалов и покрытий.

Задачами изучения дисциплины:

- освоение метода математического моделирования, методик, позволяющих проводить моделирование изучаемого процесса;
- освоение методик статистической обработки экспериментальных результатов;
- выработка навыков применения оптимальных методик для решения поставленных задач.

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

Дисциплина М.1.1.8 «Моделирование и оптимизация процессов создания композиционных материалов и покрытий» относится к обязательной части ОПОП ВО по направлению 18.04.01 «Химическая технология». Для ее освоения необходимы знания по дисциплинам учебного плана подготовки магистрантов: М.1.2.1 «Структура и свойства композитов», М.1.2.4 «Приоритетные электрохимические технологии», М.1.2.5 «Инновационные технологии получения полимерных композиционных материалов», М.1.3.1.1 «Методика организации научных исследований».

Знания, полученные обучающимися по дисциплине «Моделирование и оптимизация процессов создания композиционных материалов и покрытий», развиваются и углубляются в дальнейшем при изучении студентами профильных дисциплин.

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

Изучение дисциплины направлено на формирование следующей компетенции:

- ОПК-4 Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учётом требований качества, надёжности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Студент должен знать:

- задачи моделирования и оптимизации химико-технологических производств на всех стадиях жизненного цикла с целью их устойчивого развития;
- методы оптимизации химико-технологических процессов с учетом требований качества, надежности и стоимости.

Студент должен уметь:

- проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследования;

- оптимизировать химико-технологические процессы с использованием технологических, экономических, термодинамических и экологических критериев оптимальности.

Студент должен владеть:

- навыками обработки и анализа научно-технической информации и результатов исследования;
- способами оптимизации химико-технологических процессов продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты.

### Общепрофессиональная компетенция выпускников и индикаторы её достижения

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
ОПК-4 Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты.	<b>ИД-1 опк-4</b> Способен использовать моделирование для оптимизации химико-технологического процесса при создании продукции с учётом требований качества, надёжности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты

Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции	Наименование показателя оценивания (результаты обучения по дисциплине)
<b>ИД-1 опк-4</b> Способен использовать моделирование для оптимизации химико-технологического процесса при создании продукции с учётом требований качества, надёжности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты	<p><b>Знать:</b> задачи моделирования и оптимизации химико-технологических производств на всех стадиях жизненного цикла с целью их устойчивого развития; методы оптимизации химико-технологических процессов с учётом требований качества, надёжности и стоимости</p> <p><b>Уметь:</b> проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследования; оптимизировать химико-технологические процессы с использованием технологических, экономических, термодинамических и экологических критериев оптимальности</p> <p><b>Владеть:</b> навыками обработки и анализа научно-технической информации и результатов исследования; способами оптимизации химико-технологических процессов получения продукции с учётом требований качества, надёжности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты</p>

**4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий**

№ Мо- ду- ля	№ Не- де- ли	№ Те- мы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лек- ции	Кол- лок- виу- мы	Лабора- торные	Прак- тичес- кие	CPC
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>5 семестр</b>									
1	1,2	1	Моделирование – метод научного исследования, совершенствования и оптимизации химико-технологического процесса.	16	2	-	-		12
		2	Математическое моделирование как метод решения задач проектирования и оптимизации процессов получения композиционных материалов и покрытий	32	6	-	-	4	24
2	5	3	Этапы анализа химико-технологического процесса получения композиционных материалов и покрытий	26	2	-	-	4	20
	6,7,8	4	Оптимизация химико-технологических процессов методом планирования эксперимента.	34	6	-	-	8	20
<b>Всего</b>				108	16	-	-	16	76

**5. Содержание лекционного курса**

№ тем- ы	Всего часов	№ Лек- ции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно- методич- еское обеспече- ние
1	2	3	4	5
1	2	1	Моделирование – метод научного исследования, совершенствования и оптимизации химико-технологического процесса. Вопросы: Виды моделирования. Классификация моделей. Их применимость для решения исследовательских и технологических задач. Метод математического моделирования. Достоинства и недостатки метода. Основные	1-4, 8-10, 11-14

			функции процесса моделирования производства получения композиционных материалов и покрытий.	
2	6	2,3,4	Математическое моделирование как метод решения задач проектирования и оптимизации процессов получения композиционных материалов и покрытий. Вопросы; Метод математического моделирования. Возможности и недостатки. Этапы составления математического описания объекта. Математическая модель и задачи оптимизации. Аналитические и численные способы моделирования.	1-4, 8-10, 11-14
3	2	5	Этапы анализа химико-технологического процесса получения композиционных материалов и покрытий. Вопросы: Структурный анализ химико-технологической системы. Использование теории графов. Стехиометрический анализ. Допущения, используемые при математическом описании технологических процессов.	1-4, 8-10, 11-14
4	6	6,7,8	Оптимизация химико-технологических процессов методом планирования эксперимента. Вопросы: Параметры оптимизации технологического процесса. Требования, предъявляемые к выбору параметров оптимизации. Факторы технологического процесса. Обоснование выбора факторов. Выбор методов планирования эксперимента для решения конкретных задач. Процедура отсеивания незначимых факторов. Использование планов первого порядка. Оптимизация процесса с помощью построения нелинейных регрессионных моделей: ОДКП, симплекс планов, метода крутого восхождения .	1-4, 8-10, 11-14
Итого	16			

## 6. Содержание коллоквиумов

Учебным планом не предусмотрены

## 7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
2	4	1,2	1. Семинар по теме «Математическое моделирование как метод решения задач проектирования и оптимизации процессов получения композиционных материалов и покрытий» 2. Применение тренажёрного и прогнозного моделирования при разработке композиционных материалов и покрытий. Рассмотреть на конкретных примерах.	1-4, 6, 7, 11-14

3	4	3, 4	1. Семинар по теме « Этапы анализа химико-технологического процесса получения композиционных материалов и покрытий» 2.Структурный анализ процесса получения композиционного материала, электроосаждения покрытия. Составление стехиометрической модели рассматриваемых процессов. Конкретное задание выдаётся студенту, ориентируясь на тему его исследовательской работы.	1-4, 6, 7, 11-14
4	8	5, 6, 7, 8	<u>1.Использование метода ранговой корреляции для выделения существенных факторов.</u> <u>2. Применение полного факторного планирования эксперимента для изучения процессов получения композиционных материалов и покрытий.</u> <u>3. Оптимизация технологических процессов с помощью метода ортогонального центрального композиционного планирования. (на примере исследования реологических свойств пластифицированный композиций и получения никелевого покрытия).</u> <u>4.Оптимизация технологического процесса методом симплекс планирования.</u>	1-4, 6, 7, 11-14
Всего	16			

## 8. Перечень лабораторных работ

Учебным планом не предусмотрено

## 9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	12	Классификация моделей: дискретивные, оптимизационные, многокритериальные, игровые, имитационные. Примеры моделей. Эмпирические и теоретические математические модели. Математические модели при разработке и совершенствовании процессов получения композиционных материалов и покрытий	1-4 5, 7, 8-10 11-14
2	24	Математические модели в электрохимических исследованиях: моделирование ориентированной электрокристаллизации, зародышеобразования, формирование покрытия заданного качества. Примеры моделирования процессов получения композиционных материалов: обоснование оптимальных технологических режимов, решение экологических вопросов. Тренажёрное и прогнозное моделирование.	1-4 5, 7, 8-10 11-14
3	20	Представление структурной модели процесса получения композиционного материала на полимерной основе с помощью теории графов. Представление структурной модели электрохимического получения композиционного покрытия. Составление матриц, описывающих процесс.	1-4 5, 7, 8-10 11-14

		Составление стехиометрических моделей изучаемых (задаваемых) процессов.	
4	20	Метод априорного ранжирования. Дисперсионный анализ. Метод случайного баланса. Дробный факторный план. Ротатабельное планирование.	1-4 5, 7, 8-10 11-14
Всего	76		

## **10. Расчетно-графическая работа**

Учебным планом не предусмотрена

## **11. Курсовая работа**

Учебным планом не предусмотрена

## **12. Курсовой проект**

Учебным планом не предусмотрен

## **13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины М.1.1.8 «Моделирование и оптимизация процессов создания композиционных материалов и покрытий» должна сформироваться общепрофессиональная компетенция ОПК-4.

Для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины М.1.1.8 «Моделирование и оптимизация процессов создания композиционных материалов и покрытий» проводится промежуточная аттестация в виде экзамена. Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине М.1.1.8 «Моделирование и оптимизация процессов создания композиционных материалов и покрытий» учитывает успешную работу студента на практических занятиях, выполнение СРС и сдачу экзамена.

Работа на практических занятиях считается выполненной, если обучающийся активно участвует в обсуждении вопросов семинаров, успешно решает задачи (п. 7). Самостоятельная работа считается успешно выполненной, в случае если проработан теоретический материал по каждой теме (задания соответствуют пункту 9 рабочей программы). В качестве критериев оценивания используются анализ глубины знаний, умение обоснованно, аргументировано ответить на поставленный вопрос, привести конкретные примеры. При оценивании знаний используется индикатор компетенций ОПК-4.

Под компетенцией ОПК-4 понимается способность находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты.

Код компетенции	Этап формирования	Цели усвоения	Критерии оценивания		
			Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
ОПК-4	3 семестр	<p><b>Знает</b> задачи моделирования и оптимизации химико-технологических производств на всех стадиях жизненного цикла с целью их устойчивого развития; методы оптимизации химико-технологических процессов с учётом требований качества, надёжности и стоимости</p> <p><b>Умеет</b> проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследования; оптимизировать химико-технологические процессы с использованием технологических, экономических, термодинамических и экологических критериев оптимальности</p> <p><b>Владеет</b> навыками обработки и анализа научно-технической информации и результатов исследования; способами оптимизации химико-технологических процессов получения продукции с учётом требований качества, надёжности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты их устойчивого развития.</p>	<p>Текущий контроль в форме:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-отчета на практических занятиях;</li> <li>-отчета по СРС</li> </ul> <p>экзамен</p>	<p>-Решение задач, обсуждение теоретических вопросов на практических занятиях,</p> <p>-выполнение задания по СРС</p> <p>Вопросы к экзамену.</p>	<p>4 балльная шкала</p>

В процессе изучения дисциплины студенты ориентированы на творческое решение профессиональных задач, и готовность к принятию нестандартных решений, умение использовать современное оборудование и методы исследования.

**Уровни освоения компонент компетенций в рамках дисциплины «Моделирование и оптимизация процессов создания композиционных материалов и покрытий»**

Ступени уровней освоения	Содержательное описание уровня	Основные признаки уровня освоения компетенций
Пороговый (удовлетворительно)	Обязательный для всех студентов – выпускников вуза по завершению освоения ОПОП ВО	<p>В целом успешные, но не систематические <b>знания</b> этапов реализации проектов, методов оптимизации химико-технологических процессов, задач моделирования и оптимизации химико-технологических производств на всех стадиях жизненного цикла с целью их устойчивого развития, порядка проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследования, технических требований, предъявляемых к материалам.</p> <p>Недостаточно активно выраженные <b>умения</b> оптимизировать химико-технологические процессы с использованием технологических, экономических и экологических критериев, проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследования, а также анализировать полученные результаты исследования.</p> <p>Успешное, но не систематическое <b>владение</b> способами моделирования и оптимизации химико-технологических процессов продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности поставленных задач, обработки и анализа научно-технической информации, результатов исследования, оформления научно-технической информации и результатов исследования.</p>
Продвинутый (хорошо)	Превышение минимальных характеристик сформированности компетенций выпускника вуза	<p>В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы <b>знания</b> этапов реализации проектов, методов оптимизации химико-технологических процессов, задач моделирования и оптимизации химико-технологических производств на всех стадиях жизненного цикла с целью их устойчивого развития, порядка проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследования, технических требований, предъявляемых к материалам.</p> <p><b>Умения</b> самостоятельно</p>

		<p>оптимизировать химико-технологические процессы с использованием технологических, экономических, экологических критериев, проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследования, а также</p> <p>анализировать полученные результаты исследования.</p> <p>Успешное <b>владение</b> способами компьютерного моделирования и оптимизации химико-технологических процессов продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности поставленных задач, обработки и анализа научно-технической информации, результатов исследования,</p> <p>оформления научно-технической информации и результатов исследования</p>
Высокий (отлично)	Максимально возможная выраженность компетенций, уровень важен для самосовершенствования	<p>Систематизированные <b>знания</b> этапов реализации проектов, методов оптимизации химико-технологических процессов, задач моделирования и оптимизации химико-технологических производств на всех стадиях жизненного цикла с целью их устойчивого развития, порядка проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследования,</p> <p>технических требований, предъявляемых к материалам.</p> <p>Активно выраженные <b>умения</b> оптимизировать химико-технологические процессы с использованием технологических, экономических, термодинамических и экологических критериев, применять аналитические и численные методы для решения задач, проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследования, а также</p> <p>анализировать полученные результаты исследования.</p> <p>Успешное <b>владение</b> способами моделирования и оптимизации химико-технологических процессов получения продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности, решения поставленных задач обработки и анализа научно-технической информации,</p>

		результатов исследования , оформления научно-технической информации и результатов исследования.
--	--	---

Проводится предварительное тестирование. Экзамен сдается устно, по билетам, в которых представлено 3 вопроса из перечня «Экзаменационные вопросы». Оценивание проводится по принципу «отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно».

«Отлично» ставится, если обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал, полно и логически правильно выстраивает ответ, умело оперирует специальными терминами, использует в ответе дополнительный материал, иллюстрирует теоретические положения практическим материалом, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, тесно увязывает теорию с практикой. Владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ, обнаруживает умение самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок;

«Хорошо» ставится, когда обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми навыками при выполнении практических заданий в ответе могут иметься не вполне законченные выводы или обобщения;

«Удовлетворительно» ставится, когда обучающийся усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий

«Неудовлетворительно» ставится, когда обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические работы.

### **Вопросы к экзамену**

1. Моделирование – метод научного исследования, совершенствования и оптимизации химико-технологического процесса.
  2. Виды моделирования. Классификация моделей. Их применимость для решения исследовательских и технологических задач.
  3. Метод математического моделирования. Достоинства и недостатки метода.
  4. Основные функции процесса моделирования производства получения композиционных материалов и покрытий.
  5. Математическое моделирование как метод решения задач проектирования и оптимизации процессов получения композиционных материалов и покрытий.
  6. Этапы составления математического описания объекта.
  7. Структурный анализ химико-технологической системы.
- Использование теории графов.

8. Стехиометрический анализ химико-технологической системы.
9. Допущения, используемые при математическом описании технологических процессов.
10. Параметры оптимизации технологического процесса. Требования, предъявляемые к выбору параметров оптимизации.
11. Факторы технологического процесса. Обоснование выбора факторов.
12. Выбор методов планирования эксперимента для решения конкретных задач.
13. Процедура отсеивания незначимых факторов при оптимизации технологического процесса.
14. Использование планов первого порядка при моделировании технологического процесса.
15. Применение полного факторного планирования эксперимента для изучения процессов получения композиционных материалов и покрытий.
16. Оптимизация процесса с помощью построения нелинейных регрессионных моделей.
17. Использование метода ОЦКП для решения вопросов оптимизации технологических процессов.
18. Оптимизация процессов с помощью симплекс планов.
19. Метод крутого восхождения. Возможности. Недостатки.
20. Критерии оценки адекватности полученных уравнений регрессии.
21. Определение воспроизводимости экспериментальных результатов.
22. Доверительные интервалы. Расчёт.
23. Критерии Кохрена, Стьюдента, Фишера. Применение. Расчёт
24. Аналитические способы моделирования.
25. Численные способы поиска оптимума при моделировании.
26. Метод золотого сечения. Использование при моделировании ХТС.
27. Определяя экономическими и экологическими показателями, обосновать выбор метода планирования эксперимента при оптимизации технологического процесса.
28. Оптимизация технологического процесса методом крутого восхождения.
29. Использование метода сканирования при поиске оптимума функции.
30. Прогнозное, эпигнозное, оптимизационное моделирование.

### **Практические задания для экзамена**

Задание 1. Составить структурную схему технологического процесса ( по данным, предоставляемым преподавателем).

Задание 2. Для предлагаемой технологической схемы химико-технологического процесса составить матрицу смежности и список смежности.

Задание 3. Приведите алгоритм расчета доверительного интервала.

Задание 4. Каким численным методом определения оптимума воспользуетесь, если требуется высокая точность расчёта? Например, точность до 0.0001 длины исходного интервала неопределённости.

Задание 5. Оценить воспроизводимость экспериментальных результатов с помощью критерия Кохрена при условии проведения двух серий опытов с тремя параллельными опытами в каждой серии. Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

Задание 6. Оценить воспроизводимость экспериментальных результатов с помощью критерия Кохрена при условии проведения трёх серий опытов с двумя параллельными опытами в каждой серии. Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

Задание 7. Составить матрицу планирования эксперимента в кодированных переменных для полного факторного плана при условии использования трёх факторов.

Задание 8. Составить матрицу планирования эксперимента в кодированных переменных для полного факторного плана при условии использования двух факторов. Проверить ортогональность матрицы.

Задание 9. Составить матрицу планирования эксперимента в кодированных переменных для ОЦКП при условии использования двух факторов. Проверить ортогональность матрицы.

Задание 10. Составить матрицу планирования эксперимента в кодированных переменных для симплекс планирования при условии использования двух факторов.

Задание 11. Записать алгоритм расчёта критерия Фишера для оценки адекватности полученного уравнения регрессии.

Задание 12. Опирая экономическими и экологическими показателями, обосновать выбор метода планирования эксперимента при оптимизации технологического процесса.

## **14. Образовательные технологии**

При чтении лекций используются презентации, учебные фильмы, позволяющие наиболее информативно и наглядно изложить материал. На практических занятиях проводится закрепление теоретических знаний по дисциплине. При проведении модулей используются интерактивные формы обучения – проблемные вопросы, технология «мозговой штурм». Для выполнения цели и задач изучаемой дисциплины предусматривается самостоятельная работа обучающихся, требующая систематического изучения литературных источников. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет не менее 20%.

## **15.Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине**

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. Каракин, 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. Герке, Л. Н. Оптимизация химико-технологических процессов : учебное пособие / Герке Л. Н. и др. - Казань: КНИТУ, 2018. - 104 с. - ISBN 978-5-7882-2493-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788224930.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)

#### Периодические издания

8. Известия высших учебных заведений. серия Химия и химическая технология. Режим доступа: <https://elibrary.ru/contents.asp?issueid=942222>. Доступные архивы 2000-2020гг.

9. Пластические массы. Режим доступа: <https://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1112589>. Доступные архивы 2000-2021гг.

10. Журнал прикладной химии. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7798> Доступные архивы 2003 –2020гг.

#### Интернет-ресурсы

11. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU

12. Электронно-библиотечная система IPRbooks

13. Электронно-библиотечная система Лань

14. ЭБС "Электронная библиотека технического ВУЗа"

### **16. Материально – техническое обеспечение дисциплины**

#### *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: 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).

Рабочую программу составил:

Профессор кафедры ТОХП



Соловьева Н.Д.

## **17. Дополнения и изменения в рабочей программе**

**Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры**

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

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

Внесенные изменения утверждены на заседании УМК

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

Председатель УМК института \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /