

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.1.3.15.2 Моделирование и оптимизация материалов и технологических
процессов

Направление подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии
материалов»

Профиль «Материаловедение, экспертиза материалов и управление качеством»
Квалификация выпускника: БАКАЛАВР

форма обучения – очная
курс – 4
семестр – 7
зачетных единиц – 4
всего часов – 180
в том числе:
лекции – 16
практические занятия – 32
лабораторные занятия – нет
самостоятельная работа – 132
экзамен – 7 семестр
зачет – нет
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 МВТМ
27.06.2022 года, протокол №5
Председатель УМКН Левкина Н.Л.Левкина

Энгельс 2022

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины Б Б.1.3.14.2 Моделирование и оптимизация материалов и технологических процессов является изучение бакалаврами метода моделирования для разработки, совершенствования и оптимизации материалов и технологических процессов их получения.

Задачи изучения дисциплины состоят:

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

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Моделирование и оптимизация материалов и технологических процессов» относится к дисциплинам по выбору ООП ВО. Для ее освоения необходимы знания по дисциплинам учебного плана подготовки бакалавров, предшествующих указанной дисциплине: Б. 1.1.5 «Математика», Б. 1.1.6 «Физика», Б. 1.1.13 «Материаловедение», Б.1.2.10 «Информатика», Б.1.2.11 «Физико-химия материалов», Б.1.2.14 «Общая химическая технология», Б.1.2.15 «Процессы и аппараты химической технологии», Б.1.3.3.2 «Материалы для защиты от коррозии», Б.1.3.4.1 «Полимерное материаловедение», Б.1.3.5.1 «Основы электрохимических технологий», Б. 1.3.8.1 «Экспертная оценка качества материалов», Б.1.3.9.1 «Основы технологии полимеров и композитов». Изучение дисциплины идет параллельно с освоением таких дисциплин как Б.1.3.10.1. «Управление качеством полимерных материалов и изделий», Б.1.3.11.1 «Управление качеством электрохимических покрытий и материалов», Б.1.3.12.1 «Экспертная оценка полимерных материалов и изделий», необходимых для квалифицированного решения вопросов моделирования требуемых свойств материалов, технологических систем, оптимизации процессов.

3. Требования к результатам освоения дисциплины.

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

ПК-3: готовностью использовать методы моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов, стандартизации и сертификации материалов и процессов;

ПК-7: способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

3.1 Знать:

- методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей при моделировании материалов с заданными свойствами и процессов, обеспечивающих реализацию поставленной задачи;

- методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных;

- методы оптимизации технологических процессов и свойств материалов

3.2 Уметь: применить методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач расчета, проектирования, моделирования, анализа материалов и процессов.

3.3 Владеть:

- методами моделирования физических, химических, технологических процессов для разработки прогнозируемых свойств материалов, оптимизации технологических систем;

- методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов, пакетами прикладных программ для моделирования материалов и процессов.

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

№ Мо ду ля	№ Не де ли	№ Те мы	Наименование темы	Часы/ Из них в интерактивной форме					
				Всего	Лек-ции	Коллок-виумы	Лабораторные	Практические	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7 семестр									
1	1	1	Моделирование – метод совершенствования технологических процессов и разработки новых материалов	19	2	-	-	2	15

	2,3	2	Математическое моделирование. Применение математического моделирования для управления качеством материалов	31	2	-	-	4	25
	4,5,6	3	Построение детерминированных моделей химических, электрохимических технологических процессов получения материалов	45	6	-	-	6	33
2	7-16	4	Экспериментально-статистические математические модели. Их использование для совершенствования и оптимизации технологических процессов получения материалов	85	6	-	-	20	59
Всего				180	16	-	-	32	132

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	<u>Моделирование – метод совершенствования технологических процессов и разработки новых материалов (вводная лекция)</u>	[15.1, 15.2, 15.4, 15.5]
2	2	2	<u>Математическое моделирование. Применение математического моделирования для управления качеством материалов.</u> Вопросы: Метод математического моделирования. Преимущество математического моделирования перед физическим. Классификация моделей. Принципы построения моделей. Методы составления математического описания объекта. Проверка адекватности моделей. Оптимизация процессов.	[15.1, 15.2, 15.4, 15.5]

3	6	3	<u>Построение детерминированных моделей химических, электрохимических технологических процессов получения материалов.</u> <u>Вопросы:</u> Структурность модуля в структуре модели технологического процесса. Топологический анализ структуры (использование теории графов). Представление структурной модели в виде таблиц.	[15.1, 15.2, 15.4, 15.5]
		4	<u>Вопросы:</u> Стехиометрическая модель технологического процесса, разрабатываемого материала. Общие свойства стехиометрической модели. Элементарные процессы в химических и электрохимических системах: химические и электрохимические реакции, фазовые переходы, технологические потоки.	[15.1, 15.2, 15.4, 15.5]
		5	<u>Вопросы:</u> Уравнения материального и теплового балансов как основа математической модели технологического процесса. Допустимые упрощения математической модели: использование аппаратов идеального смешения и вытеснения, изотермичность процессов.	[15.1, 15.2, 15.4, 15.5]
4	6	6	<u>Экспериментально-статистические модели.</u> Их использование для совершенствования и оптимизации технологических процессов получения материалов. <u>Вопросы:</u> Понятие функции отклика, факторов, влияющих на функцию отклика. Требования, предъявляемые к выбору факторов. Планы, используемые при моделировании материалов и процессов.	[15.1, 15.2, 15.4, 15.5]
		7	<u>Вопросы:</u> планы I порядка: полный факторный план, дробный факторный план, планы II порядка: ортогональное центральное композиционное планирование (ОЦКП)	[15.1, 15.2, 15.4, 15.5]
		8	<u>Вопросы:</u> Рототабельное центральное композиционное планирование. Симплекс планирование для оптимизации технологических процессов получения материалов с прогнозируемыми свойствами.	[15.1, 15.2, 15.4, 15.5]

6. Содержание коллоквиумов – учебным планом не предусмотрено

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, отработываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	Модуль 1. Оценка воспроизводимости экспериментальных результатов с помощью критерия Кохрена.	[15.3, 15.2]
2	4	2	Расчет доверительного интервала при обработке экспериментальных результатов.	[15.3, 15.2]

		3	Построение математической модели для экспериментально полученных результатов (аппроксимация).	[15.3, 15.2]
3	6	4,5	Построение детерминированных моделей процесса. Разработать топологическую, стехиометрическую модели электродиализатора (на примере обессоливания воды)	[15.3, 15.2]
		6	Построить математическую модель работы электродиализатора (на примере обессоливания воды). Семинар по теме 3.	[15.3, 15.2]
4	20	7-10	Модуль 2 Семинар по теме 4, лекция № 6. Применение планов первого порядка при моделировании процессов.	[15.3, 15.2]
		11-13	Семинар по теме 4, лекция № 7. Использование ОЦКП при моделировании процессов	[15.3, 15.2]
		14-16	Семинар по теме 4, лекция 8. Использование симплекс плана при оптимизации процессов.	[15.3, 15.2]
Всего	32			

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	15	Использование моделирования в химической технологии. Примеры	[15.1, 15.2, 15.4, 15.5]
2	25	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.	[15.1, 15.2, 15.4, 15.5]
3	33	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, к семинару по теме 3.	[15.1, 15.2, 15.4, 15.5]
4	59	Построение экспериментально-статистических моделей: использование планов первого порядка (полный факторный план, дробный факторный план), ортогонально центрального композиционного планирования (ОЦКП), симплекс планирования. Подготовка к семинару по теме 4.	[15.1, 15.2, 15.4, 15.5]

Отчет по СРС представляется в отдельной тетради в виде ответов на вопросы, выносимые на коллоквиумы, на практические занятия.

10. Расчетно-графическая работа – учебным планом не предусмотрено

11. Курсовая работа – учебным планом не предусмотрено

12. Курсовой проект – учебным планом не предусмотрено

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

В процессе освоения образовательной программы у обучающихся в ходе изучения дисциплины Б.1.3.14.2 «Моделирование и оптимизация материалов и технологических процессов» должны сформироваться следующие профессиональные компетенции: ПК-3, ПК-7.

Под компетенцией ПК-3 понимается готовность использовать методы моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов, стандартизации и сертификации материалов и процессов. Формирование данной компетенции происходит также в рамках учебных дисциплин Б.1.1.17 «Метрология, стандартизация и сертификация», Б.1.2.6 «Теоретическая механика».

Код компетенции	Этап формирования	Цели усвоения	Критерии оценивания		
			Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
ПК-3	7 семестр	Формирование знания и умения использовать метод моделирования при разработке материалов с прогнозируемыми свойствами, при оптимизации технических процессов	Текущий контроль в форме: - ответов (отчета) на вопросы, выносимые на модули; - отчета на практических занятиях; - тестирования;	Вопросы и тестовые задания	Зачтено/не зачтено
			экзамен	вопросы к экзамену	

Под компетенцией ПК-7 понимается способность выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов. Формирование данной компетенции реализуется в ходе преддипломной практики (Б.2.5)

Код компетенции	Этап формирования	Цели усвоения	Критерии оценивания		
			Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
ПК-7	7 семестр	Формирование способности анализировать, выбирать и применять способы моделирования для решения конкретных задач при создания материалов с прогнозируемыми свойствами, оптимизации технологического процесса	Текущий контроль в форме: - ответов (отчета) на вопросы, выносимые на модули; - отчета на практических занятиях-; - тестирования; Зачета по дисциплине	Вопросы и тестовые задания	Зачтено/не зачтено
			экзамен	вопросы к экзамену	по 5 балльной шкале

Для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины Б.1.3.14.2 «Моделирование и оптимизация материалов и технологических процессов», проводится промежуточная аттестация в виде зачета.

Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине Б.1.3.14.2 «Моделирование и оптимизация материалов и технологических процессов» включает работу на практических занятиях, выполнение самостоятельной работы, тестовых заданий и сдачу экзамена.

Работа на практических занятиях считается выполненной, если представлены расчеты, построены графические зависимости, получены математические уравнения, описывающие процесс (п. 7), разработаны регрессионные уравнения, описывающие технологический процесс при использовании ПФП и ОЦКП (п. 7). Самостоятельная работа считается успешно

выполненной, в случае если проработан теоретический материал по каждой теме (задания соответствуют пункту 9 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 экзамену по дисциплине обучающиеся допускаются при:

- предоставлении всех отчетов по практическим работам;
- сдачи отчетов по темам самостоятельной работы;
- успешном написании тестовых заданий.

Экзамен сдается в устном виде по билетам. На подготовку ответа обучающемуся дается 40 минут. Оценивание результатов ответа проводится по 5-бальной шкале. Оценка «2» (неудовлетворительно) ставится при правильном ответе на 0%-35%; оценка «3» (удовлетворительно) – при правильном ответе на 40%-65%; оценка «4» (хорошо) – при правильном ответе на 70%-90% и оценка «5» (отлично) – при правильном ответе на 95%-100%. Вопросы по билетам представлены из перечня «Экзаменационные вопросы».

Оценка «5» (отлично) ставится при:

- правильном, полном и логично построенном ответе,
- умении оперировать специальными терминами,
- использовании в ответе дополнительного материала,

Оценка «4» (хорошо) на экзамене ставится при:

- правильном, полном и логично построенном ответе,
 - умении оперировать специальными терминами,
 - использовании в ответе дополнительного материала,
- но в ответе:

- имеются негрубые ошибки или неточности;
- возможны затруднения в использовании практического материала;
- делаются не вполне законченные выводы или обобщения.

Оценка «3» (удовлетворительно) ставится при:

- схематичном неполном ответе;
- неумении оперировать специальными терминами или их незнание;
- ответе с одной грубой ошибкой;
- неумении приводить примеры практического использования научных знаний.

«Моделирование и оптимизация материалов и 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 материалов с прогнозируемыми свойствами и оптимизация технологических процессов.</p> <p><u>Владение</u> полученными знаниями для анализа полученных результатов моделирования, поиска оптимальных решений.</p>

Ступени уровней освоения компетенций	Отличительные признаки
Пороговый уровень (удовлетворительно)	<p>На удовлетворительном уровне знает: возможности использования метода моделирования, подходы к составлению математической модели при моделировании технологических процессов получения новых и совершенствовании существующих материалов.</p> <p>Недостаточное умение применять знания к вопросам моделирования материалов с прогнозируемыми свойствами и оптимизации технологических процессов.</p> <p>Владет: полученными знаниями применительно к анализу результатов при моделировании</p>
Продвинутый (хорошо)	<p>На хорошем уровне знает: достоинства моделирования как метода исследования при разработке материалов и технологий.</p> <p>Достаточно хорошо умеет: выбирать и применять методы моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов.</p>

	<p>Хорошо владеет: полученными знаниями применительно к анализу математических зависимостей по результату моделирования. При этом имеются негрубые ошибки или неточности.</p>
<p>Высокий (отлично)</p>	<p>На высоком уровне знает: метод математического моделирования как экономически и экологически эффективного подхода к реализации поставленных задач по оптимизации технологий, разработке материалов с прогнозируемыми свойствами.</p> <p>Умеет успешно: применять метод математического моделирования при разработке математических моделей технологических процессов и свойств материалов, стандартизации и сертификации материалов и процессов.</p> <p>На высоком уровне владеет: методами моделирования физических, химических технологических процессов для разработки прогнозируемых свойств материалов, оптимизации технологических систем.</p>

Вопросы к модулю 1 по дисциплине «Моделирование и оптимизация материалов и технологических процессов»

Понятие моделирования, объекта моделирования, модели. Привести примеры использования моделирования в ХТС.

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

Вопросы для экзамена

1. Метод математического моделирования, применение.
2. Понятие объекта моделирования, модели.
3. Классификация моделей.
4. Физическое и математическое моделирование. Особенности, достоинства, недостатки.
5. Этапы построения детермированной модели.
6. Законы, лежащие в основе уравнений материального и энергетического балансов. Уравнение материального баланса.
7. Упрощения, допускаемые при составлении математической модели.
8. Понятие числа степеней свободы. Физической и математический смысл.
9. Оценка адекватности модели. Критерий Фишера.
10. Математическая модель и задачи оптимизации технологического процесса.
11. Структурный анализ технологической системы. Использование теории графов. Назначение, допущения, используемые при построении структурной модели.
12. Представление структуры технологической системы в виде матриц.
13. Построение структурной модели процесса электродиализной очистки промывной воды, содержащей ионы тяжелых металлов.
14. Стехиометрическая модель. Принцип преобразования стехиометрических уравнений к виду, удобному для моделирования.
15. Топологическая модель. Пример построения топологической модели технологического процесса.
16. Определение дисперсии воспроизводимости экспериментальных результатов.
17. Использование метода наименьших квадратов при обработке экспериментальных данных.
18. Использование метода интерполяции и аппроксимации при обработке экспериментальных данных.
19. Полный факторный план. Использование при моделировании химико-технологических процессов.
20. Симплекс планирование.
21. Ортогонально-центральное композиционное планирование. Разработаны тестовые задания.

14. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Интерактивная форма занятий реализуется при проведении лекционных и практических занятий по темам 2, 3, 4 (п. 4) и состоит в дискуссионном обсуждении полученных результатов, обосновании наиболее приемлемой модели.

№	Тема занятий	Вид занятий	Интерактивная форма
1	Моделирование. Математическое моделирование. Математические модели.	Лекционные занятия	Презентация. Дискуссионное обсуждение материала
		Практические занятия	Использование программного обеспечения при расчете. Дискуссионное обсуждение результатов
2	Построение детерминированных моделей химических процессов.	Лекционные занятия	Презентация
3	Экспериментально-статистические математические модели	Лекционные занятия	Дискуссионное обсуждение излагаемого материала

15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

15.1 Обязательные издания.

15.1.1 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

15.1.2 Заварухин, С.Г. Математическое моделирование химико – технологических процессов и аппаратов: учебное пособие /С.Г. Заварухин. – 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

15.2 Дополнительные издания.

15.2.1 Воробьева, Ф.И. Применение компьютерной техники в научных расчетах. MS Excel 2013: учебное пособие/ Ф.И. Воробьева, Е.С. Воробьев - Казань: Издательство КНИТУ, 2018. – 152 с. – ISBN 978 – 5 – 7882 – 2357 – 5. – Текст: электронный// ЭБС «Консультант студента»: [сайт]: URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788223575.html> – Режим доступа: по подписке

15.2.2 Клинаев Ю.В Методы и технологии компьютерных вычислений в математическом моделировании: учеб. пособие / Клинаев, Д.В. Терин – Саратов: СГТУ, 2010. -208с. 41 экз.

15.3 Методические указания

15.3.1 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)

15.3.2 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)

15.3.3 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)

15.3.4 Автор-составитель: Арзамасцев С.В.: Методические указания для выполнения самостоятельной работы по дисциплине «Моделирование химико-технологических процессов»– Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2016 – 10 с. – Режим доступа: <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1003&tip=6> (для авторизованных пользователей)

15.4 Периодические издания

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

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

15.4.3 Журнал прикладной химии. Режим доступа:

<https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7798> Доступные архивы 2003 –2020гг.

15.5 Интернет-ресурсы

15.5.1 Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU

15.5.2 Электронно-библиотечная система IPRbooks

15.5.3 Электронно-библиотечная система Лань

15.5.4 ЭБС "Электронная библиотека технического ВУЗа"

Источники ИОС

15.5.1 Конспект лекций по дисциплине

<http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1003&tip=5>

15.5.2 Рекомендуемая

литература

<http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1003&tip=17>

15.5.3 Задания к СРС

<http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1003&tip=10>

15.5.4 Задания по контрольной работе

<http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1003&tip=26>

15.5.5 Вопросы для зачета

<http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1003&tip=12>

15.5.6 Текущий контроль знаний

<http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1003&tip=13>

16 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 40 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; проекционный экран; мультимедийный

проектор; ноутбук; демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

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

Учебная аудитория для проведения занятий практического типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 24 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; проекционный экран; мультимедийный проектор; ноутбук.

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

Рабочую программу составили:

профессор кафедры ТОХП  /Соловьева Н.Д./

«__» _____/202 г./

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 _____ / _____ /