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

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе
_____ / О.В. Юсупова
"_____" _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.03.10 «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов»

Код и направление подготовки (специальность)	18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Направленность (профиль)	Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2023
Институт / факультет	Институт нефтегазовых технологий (ИНГТ)
Выпускающая кафедра	кафедра "Химическая технология и промышленная экология"
Кафедра-разработчик	кафедра "Химическая технология и промышленная экология"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет с оценкой

Самара 2023

Б1.О.03.10 «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 923 от 07.08.2020 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Доцент, кандидат химических наук, доцент	С.П Шкаруппа
(должность, степень, ученое звание)	(ФИО)

Заведующий кафедрой	О.В. Тупицына, доктор технических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета факультета / института (или учебно-методической комиссии)	А.Ю Чуркина, кандидат химических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)
Руководитель образовательной программы	Б.Ю. Смирнов, кандидат химических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы 5
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся 6
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий 6
4.1 Содержание лекционных занятий 7
4.2 Содержание лабораторных занятий 8
4.3 Содержание практических занятий 9
4.4. Содержание самостоятельной работы 10
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) 11
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения 12
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем 13
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) 13
9. Методические материалы 14
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) 16

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Общепрофессиональные компетенции			
Профессиональная методология	ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1 Решает задачи профессиональной деятельности с использованием методов математики и математического моделирования	Владеть навыками применения методов теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
			Знать основы методов теоретического и экспериментального исследования
			Уметь применять методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
Информационно-коммуникационные технологии для профессиональной деятельности	ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.2 Знает технические и программные средства реализации информа-ционных технологий, основы работы в локальных и глобальных се-тях	Владеть основными навыками работы в локальных и глобальных сетях
			Знать технические и программные средства реализации информационных технологий, основы работы в локальных и глобальных сетях
			Уметь применять технические и программные средства реализации информационных технологий
		ОПК-4.3 Работает в качестве пользователя персонального компьютера, ис-пользует численные методы, языки и системы программирования для решения профессиональных задач	Владеть основами работы в качестве пользователя персонального компьютера
			Знать численные методы, языки и системы программирования для решения профессиональных задач
			Уметь использовать численные методы, языки и системы программирования для решения профессиональных задач
Профессиональные компетенции			

Не предусмотрено	ПК-2 Способен участвовать в выполнении исследований технологических процессов и природных систем с использованием современных экспериментальных методов и цифровых технологий	ПК-2.3 Участвует в разработке моделей энерго- и ресурсосберегающих процессов в промышленности	Владеть навыками разработки и использования методов математического моделирования при оптимизации параметров технологических процессов
			Знать основные понятия теории ресурсосбережения, способы и средства снижения энергопотребления, тенденции и перспективы развития современных ресурсосберегающих систем
			Уметь разрабатывать энерго- и ресурсосберегающие процессы, обоснованно выбирать методы анализа и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих систем

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **базовая часть**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ОПК-2	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа; Коллоидная химия; Математика; Материаловедение и технологии конструкционных материалов; Общая химическая технология; Производственная практика: научно-исследовательская работа; Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика; Процессы и аппараты химической технологии; Стехиометрия, материальные и энергетические расчеты в химической технологии; Физика; Физическая химия; Электротехника и электроника	Основы биотехнологии	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-4	Адаптивные информационно-коммуникационные технологии; Введение в информационные технологии; Инженерная и компьютерная графика; Прикладная механика; Производственная практика: научно-исследовательская работа; Процессы и аппараты химической технологии; Системы искусственного интеллекта	Применение электронных вычислительных машин в профессиональной деятельности	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Системы управления химико-технологическими процессами

ПК-2	Защита воздушной среды; Науки о Земле; Основы токсикологии и экологическое нормирование; Очистка газов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии; Рациональное природопользование; Химия окружающей среды; Экологический мониторинг	Водообеспечение и водоотведение в производственных процессах; Очистка сточных вод; Промышленная экология	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Охрана недр и земель; Переработка и утилизация промышленных и бытовых отходов; Производственная практика: преддипломная практика

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	7 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	48	48
Лабораторные работы	16	16
Лекции	16	16
Практические занятия	16	16
Внеаудиторная контактная работа, КСР	3	3
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	57	57
подготовка к зачету	20	20
составление конспектов	37	37
Итого: час	108	108
Итого: з.е.	3	3

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	МОДЕЛИРОВАНИЕ. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ	4	4	4	10	22
2	МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА.	6	8	8	17	39
3	СТРУКТУРНЫЕ МОДЕЛИ. СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ	4	4	4	10	22

4	КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ	2	0	0	20	22
	КСР	0	0	0	0	3
	Итого	16	16	16	57	108

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
7 семестр				
1	МОДЕЛИРОВАНИЕ. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ	Тема 1.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И НАЗНАЧЕНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ. МОДЕЛЬ.ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДЕЛИ. СВОЙСТВА МОДЕЛЕЙ	Моделирование. Место моделирования среди методов по-знания Области применения моделирования. Мо-дель.Определение модели. Свойства моделей. Цели модели-рования. Классификация моделей. Физическое моделирование. Идеальное моделирование. Классификационные признаки. Достоинства и недостатки. Стратегия организации оптимального эксперимента.	2
2	МОДЕЛИРОВАНИЕ. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ	Тема 1.2.МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.	Математическое моделирование. Классификация математических моделей. Классификационные признаки. Этапы построения математической модели. Обследование объекта моделирования. Концептуальная постановка задачи моделирования.	2
3	МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА.	Тема 2.1. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ МОДЕЛИРОВАНИЯ	Задачи моделирования. Выбор и обоснование метода реше-ния задачи. Реализация математической модели в виде про-граммы для ЭВМ. Проверка адекватности модели. Методы идентификации параметров модели и методы установления адекватности модели. Практическое использование постро-енной модели и анализ результатов моделирования.	2
4	МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА.	Тема 2.2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА. ТИПОВЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СТРУКТУРЫ ПОТОКОВ В АППАРАТЕ.	Состав математического описания химико-технологического объекта. Структура математической мо-дели химико-технологического объекта. Математическое моделирование как основной метод решения задач оптимизации и проектирования химико-технологических процес-сов. Модель идеальное смешение. Модель идеальное вытесне-ние. Разновидности модели идеальное вытеснение–диффу-зионное однопараметрическое вытеснение, диффузионное двухпараметрическое вытеснение. Ячеечная модель. Ком-бинированные модели.	2
5	МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА.	Тема 2.3. МЕТОДЫ СОСТАВЛЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ.	Эмпирический метод составления математических моделей. Построение и анализ эмпирических моделей. Пассивный эксперимент. Активный эксперимент. Теоретический метод составления математических моделей. Экспериментально-аналитический метод составления математических моделей. Основы построения статистических моделей. Регрессионный анализ – МНК.	2

6	СТРУКТУРНЫЕ МОДЕЛИ. СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ	Тема 3.1. СТРУКТУРНЫЕ МОДЕЛИ. СПОСОБЫ ПОСТРОЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ МОДЕЛЕЙ. СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ (ХТС)	Классификация структурных моделей. Способы построения структурных моделей. Системный анализ. Топологические модели. Графы. Матричное представление графов: матрица ветвей, матрица циклов, матрица смежности, матрица инциденций. Матрицы связей. Способы представления структуры ХТС. Типы технологических связей в топологии ХТС. Классификация и назначение топологических моделей ХТС(графов). Потоковые графы. Информационно потоковые графы. Сигнальные графы. Структурные графы. Гомо-морфные ,изоморфные модели .	2
7	СТРУКТУРНЫЕ МОДЕЛИ. СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ	Тема 3.2. ПРИНЦИПЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА ХТС.	Классификация моделей ХТС. Классификация ХТС по способу функционирования. Классификация ХТС по осо-бенностям технологической топологии. Типы технологиче-ских связей в топологии ХТС. Принципы построения мате-матических моделей ХТС.Декомпозиционные методы рас-чета Интегральные методы Общий вид систем уравнений материально-тепловых балан-сов ХТС. Идентификация ХТС. Оптимизация ХТС.	2
8	КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ	Тема 4.1. СОВРЕМЕННЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ХТС. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПОМОЩИ МОДЕЛИРУЮЩИХ ПРОГРАММ.	История и перспективы развития компьютерного моделирования химико-технологических процессов в нефтеперера-ботке. Обзор современных программных продуктов для мо-делирования ХТС: HYSYS, ChemCAD, AspenPlus, Pro/II. Взаимодействие моделирующих программ различных разработчиков. Состав моделирующей программы. Режимы работы моделирующей программы. Общая последователь-ность действий при создании модели ХТС.	2
			Итого за семестр:	**16**
			Итого:	**16**

4.2 Содержание лабораторных занятий

№ занятия	**Наименование раздела**	**Тема лабораторного занятия**	**Содержание лабораторного занятия** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов / часов в электронной форме**
7 семестр				
1	МОДЕЛИРОВАНИЕ. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ	Моделирование и расчет промышленного аксиального реактора химической технологии.	Математическая модель промышленного реактора каталитического процесса дегидрирования пара-этилтолуола. Расчет реактора дегидрирования пара-этилтолуола Задания по вариантам.	2
2	МОДЕЛИРОВАНИЕ. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ	Моделирование и расчет промышленного аксиального реактора химической технологии	Математическая модель промышленного реактора каталитического процесса дегидрирования пара-этилтолуола. Расчет реактора дегидрирования пара-этилтолуола Задания по вариантам.	2

3	МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА.	Моделирование и расчет промышленного радиального реактора химической технологии.	Математическая модель промышленного реактора каталитического процесса дегидрирования изопропилбензола. Расчет реактора дегидрирования изопропилбензола Задания по вариантам.	2
4	МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА.	Моделирование и расчет промышленного радиального реактора химической технологии.	Математическая модель промышленного реактора каталитического процесса дегидрирования изопропилбензола. Расчет реактора дегидрирования изопропилбензола Задания по вариантам.	2
5	МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА.	Моделирование и расчет комбинированного процесса.	Расчет реактора совместного дегидрирования алкилбензолов (пара-этилтолуола и этилбензола) Задания по вариантам.	2
6	МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА.	Моделирование и расчет комбинированного процесса.	Расчет реактора совместного дегидрирования алкилбензолов (пара-этилтолуола и этилбензола) Задания по вариантам.	2
7	СТРУКТУРНЫЕ МОДЕЛИ. СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ	Основные методы расчета ХТС.	Расчет материального баланса ХТС декомпозиционным модульным методом. Базовый обучающий пример. Общий алгоритм расчета. Задания по вариантам. Результат: оформление отчета.	2
8	СТРУКТУРНЫЕ МОДЕЛИ. СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ	Основные методы расчета ХТС.	Расчет материального баланса ХТС декомпозиционным модульным методом. Базовый обучающий пример. Общий алгоритм расчета. Задания по вариантам. Результат: оформление отчета	2
			Итого за семестр:	**16**
			Итого:	**16**

4.3 Содержание практических занятий

№ занятия	**Наименование раздела**	**Тема практического занятия**	**Содержание практического занятия** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов / часов в электронной форме**
7 семестр				
1	МОДЕЛИРОВАНИЕ. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ	Математические модели химико-технологических объектов Способы решения математических моделей химико-технологических объектов (дифференциальных уравнений).	Построение математических моделей химико-технологических процессов и их решение. Численные методы решения дифференциальных уравнений. Метод Эйлера первого порядка. Метод Рунге-Кутта 4 порядка. (по вариантам)	2
2	МОДЕЛИРОВАНИЕ. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ	Математические модели химико-технологических объектов Способы решения математических моделей химико-технологических объектов (дифференциальных уравнений).	Построение математических моделей химико-технологических процессов и их решение. Численные методы решения дифференциальных уравнений. Метод Эйлера первого порядка. Метод Рунге-Кутта 4 порядка. (по вариантам)	2

3	МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА.	Основные математические модели реакторов.	Характеристические уравнения идеальных моделей реакторов. Сравнение точности вычисления различных численных методов на примере кинетической модели (метод Эйлера, метод Рунге-Кутта). Базовый обучающий пример.	2
4	МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА.	Основные математические модели реакторов.	Характеристические уравнения идеальных моделей реакторов. Сравнение точности вычисления различных численных методов на примере кинетической модели (метод Эйлера, метод Рунге-Кутта). Базовый обучающий пример	2
5	МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА.	Моделирование теплообменных процессов. Тепловой баланс химико-технологического объекта.	Принципы составления энергетического (теплового) баланса и тепловые расчеты химико-технологических процессов. Расчеты теплового баланса промышленных процессов (по вариантам).	2
6	МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА.	Моделирование теплообменных процессов. Тепловой баланс химико-технологического объекта.	Принципы составления энергетического (теплового) баланса и тепловые расчеты химико-технологических процессов. Расчеты теплового баланса промышленных процессов (по вариантам).	2
7	СТРУКТУРНЫЕ МОДЕЛИ. СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ	Моделирование и расчет реакционных процессов в химической технологии.(РИС)	Моделирование реактора идеального смешения. Программирование и расчет. Расчет реакторных систем идеального смешения методом Рунге-Кутта Задания по вариантам.	2
8	СТРУКТУРНЫЕ МОДЕЛИ. СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ	Моделирование и расчет реакционных процессов в химической технологии.(РИВ)	Моделирование реактора идеального вытеснения. Программирование и расчет. Расчет реакторных систем идеального вытеснения методом Рунге-Кутта Задания по вариантам.	2
			Итого за семестр:	**16**
			Итого:	**16**

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	**Вид самостоятельной работы**	**Содержание самостоятельной работы** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов**
7 семестр			
МОДЕЛИРОВАНИЕ. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ	Составление конспекта. Самостоятельное изучение материала по теме 1.2. Статистическое моделирование.	Элементы теории подобия, применяемые в моделировании. Статистические оценки параметров распределения случайных величин по выборкам. Регрессионный анализ. Динамические, статистические модели. Многофакторные математические модели. Анализ влияния отдельных факторов в математической модели.	5
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА.	Составление конспекта.Самостоятельное изучение материала по теме2.2. Имитационные модели.	Методология имитационного моделирования больших систем. Имитационная модель, имитационная система, инструментальные средства имитационного моделирования, проблемно-ориентированная имитационная система. Перспективы развития имитационного моделирования.	12

СТРУКТУРНЫЕ МОДЕЛИ. СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ	Составление конспекта. Самостоятельное изучение материала по теме 3.1.Материальные и тепловые балансы ХТС	Технологические концепции создания химико-технологических систем. Эвристический принцип синтеза ХТС. Анализ химико-технологических систем. Задачи анализа химико-технологических систем.	5
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ	Составление конспекта. Самостоятельное изучение материала по теме 4.1. Современные компьютерные системы для моделирования хтс. Общие принципы создания компьютерных моделей химико-технологических процессов при помощи моделирующих программ.	Современные программные продукты для моделирования ХТС: HYSYS, ChemCAD, AspenPlus, Pro/II. Основные подсистемы, обеспечивающих решение задачи моделиро-вания химико-технологических процессов.Средства моделирования отдельных процессов и аппаратов. Построение технологических схем из отдельных элементов.	15
МОДЕЛИРОВАНИЕ. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ	подготовка к зачету	материалы раздела	5
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА.	подготовка к зачету	материалы раздела	5
СТРУКТУРНЫЕ МОДЕЛИ. СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ	подготовка к зачету	материалы раздела	5
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ	подготовка к зачету	материалы раздела	5
		Итого за семестр:	**57**
		Итого:	**57**

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	**Библиографическое описание**	**Ресурс НТБ СамГТУ** (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Основная литература		
1	Шкаруппа, С.П. Моделирование технологических и природных систем : учеб. пособие / С. П. Шкаруппа; Самар.гос.техн.ун-т, Химические технологии и промышленная экология.- Самара, 2019.- 87 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||3707	Электронный ресурс
2	Шкаруппа, С.П. Химико-технологические системы : учеб.пособие / С. П. Шкаруппа, Б. Ю. Смирнов, Г. Я. Богомолова; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2009.- 105 с.	Электронный ресурс
Дополнительная литература		
3	Гумеров, Асхат Мухаметзянович Математическое моделирование химико-технологических процессов : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 240802 "Основные процессы хим. пр-в и хим. кибернетика" [Текст] .- Москва, КолосС, 2008.- 159 с. : ил.	Электронный ресурс
4	Закгейм, А.Ю. Общая химическая технология : введение в моделирование химико-технологических процессов: учеб. пособие / А. Ю. Закгейм .- 3-е изд., перераб. и доп..- М., Логос, 2012.- 302 с.	Электронный ресурс

5	Кафаров, В.В. Анализ и синтез химико-технологических систем : Учеб. / В. В. Кафаров, В. П. Мешалкин.- М., Химия, 1991.- 432 с.	Электронный ресурс
6	Кафаров, В.В. Математическое моделирование основных процессов химических производств : Учеб.пособие / В.В.Кафаров,М.Б.Глебов.- М., Высш.шк., 1991.- 400 с.	Электронный ресурс
Учебно-методическое обеспечение		
7	Моделирование и расчет промышленных реакторов химической технологии : метод.указания к лаб.работам / Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология; сост. С. П. Шкаруппа.- Самара, 2014.- 36 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||2104	Электронный ресурс
8	Обработка экспериментальных данных, построение статистических моделей : метод.указания к лаб.работам / Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология; сост. С. П. Шкаруппа.- Самара, 2014.- 19 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||2116	Электронный ресурс
9	Получение экспериментально-статистических моделей МНК. Выбор оптимальной формы уравнения регрессии : метод.указания к лаб. практикуму по курсу «Применение ЭВМ в проф.деятельности» / Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология; сост. С. П. Шкаруппа.- Самара, 2013.- 21 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||1907	Электронный ресурс
10	Принципы математического моделирования и анализа ХТС. Расчет материального баланса ХТС декомпозиционным модульным методом : метод.указания к лаб. работам / Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология; сост. С. П. Шкаруппа.- Самара, 2014.- 23 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||2117	Электронный ресурс
11	Шкаруппа, С.П. Моделирование и расчет химических реакторов идеального вытеснеиня : методические указания к лабораторным работам по курсу «Химические реакторы» / С. П. Шкаруппа; Самарский государственный технический университет, Химическая технология и промышленная экология.- Самара, 2022.- 32 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||5649	Электронный ресурс
12	Шкаруппа, С.П. Моделирование и расчет химических реакторов идеального смешения : к лабораторным работам по курсу «Химические реакторы» / С. П. Шкаруппа; Самарский государственный технический университет, Химическая технология и промышленная экология.- Самара, 2022.- 34 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||5650	Электронный ресурс

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения

1	Microsoft Windows 10 операционная система	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
2	Microsoft Office 2007 Open License Academic	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	Электронно-библиотечная система Лань	www.e.lanbook.com/	Ресурсы открытого доступа
2	электронная библиотека трудов сотрудников СамГТУ	http://irbis.samgtu.local/	Ресурсы открытого доступа
3	ТехЛит.ру	http://www.tehlit.ru/	Ресурсы открытого доступа
4	Российская государственная библиотека	http://www.rsl.ru/	Ресурсы открытого доступа
5	Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/	Ресурсы открытого доступа

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

1. комплект электронных презентаций/слайдов (при наличии);
2. аудитория, оснащённая презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические занятия

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер / ноутбук, интерактивная доска);
- компьютерный класс на 10 посадочных мест (ауд. № 118, 1 корпус) оснащенный программным обеспечением общего назначения;
- компьютерный класс на 16 посадочных мест(ауд. № 114, 1 корпус) оснащенный программным обеспечением общего назначения;
- наличие справочников и литературы по темам практических занятий.

Лабораторные занятия

Лабораторные работы проводятся в аудитории № 114 на 16 посадочных мест, 118 на 10 посадочных мест корпус №1 , оснащённой необходимым оборудованием:

· 1)пакеты ПО общего назначения (текстовые редакторы, графические редакторы, ….)

- 2)MicrosoftOffice,
- 3)шаблоны отчетов по лабораторным работам,

Самостоятельная работа

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены рабочие места в читальных залах научно-технической библиотеки и компью.терных классах ресурсы информационно-вычислительного центра ФГБОУ ВО «СамГТУ», оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной информационной образовательной среде.

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;

4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

Проведение лабораторной работы делится на две условные части: теоретическую и практическую.

Необходимыми структурными элементами занятия являются проведение лабораторной работы, проверка усвоенного материала, включающая обсуждение теоретических основ выполняемой работы.

Перед лабораторной работой, как правило, проводится технико-теоретический инструктаж по использованию необходимого оборудования. Преподаватель корректирует деятельность обучающегося в процессе выполнения работы (при необходимости). После завершения лабораторной работы подводятся итоги, обсуждаются результаты деятельности.

Возможны следующие формы организации лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме выполняется одна и та же работа (при этом возможны различные варианты заданий). При групповой форме работа выполняется группой (командой). При индивидуальной форме обучающимися выполняются индивидуальные работы.

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий, требования и форму отчётности по данной работе.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических

задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.О.03.10 «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов»

Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.О.03.10 «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов»

Код и направление подготовки (специальность)	18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Направленность (профиль)	Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2023
Институт / факультет	Институт нефтегазовых технологий (ИНГТ)
Выпускающая кафедра	кафедра "Химическая технология и промышленная экология"
Кафедра-разработчик	кафедра "Химическая технология и промышленная экология"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет с оценкой

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

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Общепрофессиональные компетенции			
Профессиональная методология	ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1 Решает задачи профессиональной деятельности с использованием методов математики и математического моделирования	Владеть навыками применения методов теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
			Знать основы методов теоретического и экспериментального исследования
			Уметь применять методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
Информационно-коммуникационные технологии для профессиональной деятельности	ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.2 Знает технические и программные средства реализации информа-ционных технологий, основы работы в локальных и глобальных се-тях	Владеть основными навыками работы в локальных и глобальных сетях
			Знать технические и программные средства реализации информационных технологий, основы работы в локальных и глобальных сетях
			Уметь применять технические и программные средства реализации информационных технологий
		ОПК-4.3 Работает в качестве пользователя персонального компьютера, ис-пользует численные методы, языки и системы программирования для решения профессиональных задач	Владеть основами работы в качестве пользователя персонального компьютера
			Знать численные методы, языки и системы программирования для решения профессиональных задач
			Уметь использовать численные методы, языки и системы программирования для решения профессиональных задач
Профессиональные компетенции			

Не предусмотрено	ПК-2 Способен участвовать в выполнении исследований технологических процессов и природных систем с использованием современных экспериментальных методов и цифровых технологий	ПК-2.3 Участвует в разработке моделей энерго- и ресурсосберегающих процессов в промышленности	Владеть навыками разработки и использования методов математического моделирования при оптимизации параметров технологических процессов
			Знать основные понятия теории ресурсосбережения, способы и средства снижения энергопотребления, тенденции и перспективы развития современных ресурсосберегающих систем
			Уметь разрабатывать энерго- и ресурсосберегающие процессы, обоснованно выбирать методы анализа и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих систем

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
МОДЕЛИРОВАНИЕ. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ				
ОПК-2.1 Решает задачи профессиональной деятельности с использованием методов математики и математического моделирования	**Владеть** навыками применения методов теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
	Знать основы методов теоретического и экспериментального исследования	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет
	Уметь применять методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет

ОПК-4.2 Знает технические и программные средства реализации информа-ционных технологий, основы работы в локальных и глобальных се-тях	**Уметь** применять технические и программные средства реализации информационных технологий	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет
	Знать технические и программные средства реализации информационных технологий, основы работы в локальных и глобальных сетях	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет
	Владеть основными навыками работы в локальных и глобальных сетях	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
ОПК-4.3 Работает в качестве пользователя персонального компьютера, ис-пользует численные методы, языки и системы программирования для решения профессиональных задач	**Владеть** основами работы в качестве пользователя персонального компьютера	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
	Уметь использовать численные методы, языки и системы программирования для решения профессиональных задач	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет

	Знать численные методы, языки и системы программирования для решения профессиональных задач	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет
ПК-2.3 Участвует в разработке моделей энерго- и ресурсосберегающих процессов в промышленности	**Знать** основные понятия теории ресурсосбережения, способы и средства снижения энергопотребления, тенденции и перспективы развития современных ресурсосберегающих систем	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет
	Уметь разрабатывать энерго- и ресурсосберегающие процессы, обоснованно выбирать методы анализа и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих систем	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет
	Владеть навыками разработки и использования методов математического моделирования при оптимизации параметров технологических процессов	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА.				
ОПК-2.1 Решает задачи профессиональной деятельности с использованием методов математики и математического моделирования	**Знать** основы методов теоретического и экспериментального исследования	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет
	Уметь применять методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет

	Владеть навыками применения методов теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
ОПК-4.2 Знает технические и программные средства реализации информа-ционных технологий, основы работы в локальных и глобальных се-тях	**Владеть** основными навыками работы в локальных и глобальных сетях	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
	Уметь применять технические и программные средства реализации информационных технологий	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет
	Знать технические и программные средства реализации информационных технологий, основы работы в локальных и глобальных сетях	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет
ОПК-4.3 Работает в качестве пользователя персонального компьютера, ис-пользует численные методы, языки и системы программирования для решения профессиональных задач	**Знать** численные методы, языки и системы программирования для решения профессиональных задач	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет

	Уметь использовать численные методы, языки и системы программирования для решения профессиональных задач	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет
	Владеть основами работы в качестве пользователя персонального компьютера	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
ПК-2.3 Участвует в разработке моделей энерго- и ресурсосберегающих процессов в промышленности	**Владеть** навыками разработки и использования методов математического моделирования при оптимизации параметров технологических процессов	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
	Уметь разрабатывать энерго- и ресурсосберегающие процессы, обоснованно выбирать методы анализа и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих систем	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет
	Знать основные понятия теории ресурсосбережения, способы и средства снижения энергопотребления, тенденции и перспективы развития современных ресурсосберегающих систем	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет
СТРУКТУРНЫЕ МОДЕЛИ. СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ				
ОПК-2.1 Решает задачи профессиональной деятельности с использованием методов математики и математического моделирования	**Уметь** применять методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет

	Знать основы методов теоретического и экспериментального исследования	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет
	Владеть навыками применения методов теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
ОПК-4.2 Знает технические и программные средства реализации информа-ционных технологий, основы работы в локальных и глобальных се-тях	**Владеть** основными навыками работы в локальных и глобальных сетях	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
	Уметь применять технические и программные средства реализации информационных технологий	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет
	Знать технические и программные средства реализации информационных технологий, основы работы в локальных и глобальных сетях	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет

ОПК-4.3 Работает в качестве пользователя персонального компьютера, использует численные методы, языки и системы программирования для решения профессиональных задач	**Знать** численные методы, языки и системы программирования для решения профессиональных задач	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет
	Уметь использовать численные методы, языки и системы программирования для решения профессиональных задач	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет
	Владеть основами работы в качестве пользователя персонального компьютера	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
ПК-2.3 Участвует в разработке моделей энерго- и ресурсосберегающих процессов в промышленности	**Владеть** навыками разработки и использования методов математического моделирования при оптимизации параметров технологических процессов	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
	Уметь разрабатывать энерго- и ресурсосберегающие процессы, обоснованно выбирать методы анализа и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих систем	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет
	Знать основные понятия теории ресурсосбережения, способы и средства снижения энергопотребления, тенденции и перспективы развития современных ресурсосберегающих систем	задачи практических занятий	Да	Нет
		Отчеты по лабораторным работам	Да	Нет
		вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ				
ОПК-2.1 Решает задачи профессиональной деятельности с использованием методов математики и математического моделирования	**Уметь** применять методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет
	Владеть навыками применения методов теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	вопросы на зачет	Нет	Да
	Знать основы методов теоретического и экспериментального исследования	вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет
ОПК-4.2 Знает технические и программные средства реализации информа-ционных технологий, основы работы в локальных и глобальных се-тях	**Знать** технические и программные средства реализации информационных технологий, основы работы в локальных и глобальных сетях	вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет
	Владеть основными навыками работы в локальных и глобальных сетях	вопросы на зачет	Нет	Да
	Уметь применять технические и программные средства реализации информационных технологий	вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет
ОПК-4.3 Работает в качестве пользователя персонального компьютера, ис-пользует численные методы, языки и системы программирования для решения профессиональных задач	**Уметь** использовать численные методы, языки и системы программирования для решения профессиональных задач	вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет
	Владеть основами работы в качестве пользователя персонального компьютера	вопросы на зачет	Нет	Да
	Знать численные методы, языки и системы программирования для решения профессиональных задач	вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет
ПК-2.3 Участвует в разработке моделей энерго- и ресурсосберегающих процессов в промышленности	**Знать** основные понятия теории ресурсосбережения, способы и средства снижения энергопотребления, тенденции и перспективы развития современных ресурсосберегающих систем	вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет

	Владеть навыками разработки и использования методов математического моделирования при оптимизации параметров технологических процессов	вопросы на зачет	Нет	Да
	Уметь разрабатывать энерго- и ресурсосберегающие процессы, обоснованно выбирать методы анализа и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих систем	вопросы на зачет	Нет	Да
		составление конспекта	Да	Нет

Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

Вопросы для отчета по лабораторным занятиям

Лабораторное занятие №1,2 Моделирование и расчет промышленного аксиального реактора химической технологии.

1. Основные виды математических моделей.
2. Этапы построения математической модели.
3. Схема этапов математического моделирования.
4. Состав математического описания химико-технологического объекта. Требования, предъявляемые к модели химико-технологического объекта.
5. Структура математической модели химико-технологического объекта.

Лабораторное занятие № 3,4. Моделирование и расчет промышленного радиального реактора химической технологии.

1. Математическое описание структуры потоков в аппарате (гидродинамика). Типовые математические модели структуры потоков в аппарате.
2. Модель идеальное смешение. Модель идеальное вытеснение.
3. Разновидности модели идеальное вытеснение -диффузионное однопараметрическое вытеснение, диффузионное, двухпараметрическое вытеснение. Ячеечная модель.
4. Тепловой баланс химико-технологического объекта.
5. Методы составления математических моделей. Эмпирический метод составления математических моделей. Пассивный эксперимент. Активный эксперимент. Теоретический метод составления математических моделей.

Лабораторное № 5,6 Моделирование и расчет комбинированного процесса.

1. Экспериментально-аналитический метод составления математических моделей
2. Области применения различных моделей структуры потоков в аппарате
3. Основные классы уравнений встречающихся в математическом описании. Способы решения дифференциальных уравнений
4. Численные методы решения дифференциальных уравнений.: Метод Эйлера первого порядка, Метод Рунге-Кутта 4 порядка
5. Математическое моделирование. Классификация математических моделей Задачи, которые решаются с помощью математического моделирования.

Лабораторное занятие № 7,8 Основные методы расчета ХТС.

1. Общий вид систем уравнений материально-тепловых балансов ХТС.
2. Идентификация ХТС. Оптимизация ХТС.
3. Основы построения статистических моделей
4. Принципы построения математических моделей химико-технологических систем (ХТС) .Декомпозиционные методы расчета Интегральные методы.
5. Структурный анализ ХТС(Способы представления структуры ХТС).
6. Классификация и назначение топологических моделей ХТС(графов). Потоковые графы. Информационно потоковые графы. Сигнальные графы. Структурные графы.
7. Графы. Матричное представление графов: матрица ветвей, матрица циклов, матрица смежности, матрица инциденций. Матрицы связей.

Вопросы для отчета по практическим занятиям

Практическое занятие №1-4 Математические модели химико-технологических объектов Способы решения математических моделей химико-технологических объектов.

1. Математическое моделирование. Классификация математических моделей Задачи, которые решаются с помощью математического моделирования.
2. Основные виды математических моделей.
3. Этапы построения математической модели.
4. Схема этапов математического моделирования.
5. Состав математического описания химико-технологического объекта. Требования, предъявляемые к модели химико-технологического объекта.
6. Структура математической модели химико-технологического объекта.
7. Основные классы уравнений встречающихся в математическом описании. Способы решения дифференциальных уравнений
8. Численные методы решения дифференциальных уравнений.: Метод Эйлера первого порядка, Метод Рунге-Кутта 4 порядка

Практическое занятие № 5-8. Моделирование и расчет реакционных процессов в химической технологии.

1. Математическое описание структуры потоков в аппарате (гидродинамика). Типовые математические модели структуры потоков в аппарате.
2. Модель идеальное смешение. Модель идеальное вытеснение.
3. Разновидности модели идеальное вытеснение -диффузионное однопараметрическое вытеснение, диффузионное, двухпараметрическое вытеснение. Ячеечная модель.
4. Тепловой баланс химико-технологического объекта.
5. Методы составления математических моделей. Эмпирический метод составления математических моделей. Пассивный эксперимент. Активный эксперимент. Теоретический метод составления математических моделей.
6. Общий вид систем уравнений материально-тепловых балансов ХТС.
7. Идентификация ХТС. Оптимизация ХТС.
8. Основы построения статистических моделей
9. Принципы построения математических моделей химико-технологических систем (ХТС) .Декомпозиционные методы расчета Интегральные методы.
10. Структурный анализ ХТС(Способы представления структуры ХТС).
11. Классификация и назначение топологических моделей ХТС(графов). Потоковые графы. Информационно потоковые графы. Сигнальные графы. Структурные графы.

Задачи практических занятий

Задачи практических занятий, а также разобранные примеры их решения. представлены в [Шкаруппа С.П. Моделирование технологических и природных систем : учеб. пособие / С.П. Шкаруппа. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2018. – 78 с.: ил. 23. (электронный ресурс).].

Список вопросов для промежуточного контроля в виде зачета

1. Модели. Моделирование. Области применения моделирования.
2. Определение модели. Свойства моделей. Цели моделирования. Классификация моделей.
3. Материальное моделирование. Идеальное моделирование

4. Физическое моделирование. Определение. Назначение. Достоинства. Недостатки.
5. Математическое моделирование. Классификация математических моделей Задачи, которые решаются с помощью математического моделирования.
6. Основные виды математических моделей.
7. Этапы построения математической модели.
8. Схема этапов математического моделирования.
9. Состав математического описания химико-технологического объекта. Требования, предъявляемые к модели химико-технологического объекта.
10. Структура математической модели химико-технологического объекта.
11. Математическое описание структуры потоков в аппарате (гидродинамика). Типовые математические модели структуры потоков в аппарате.
12. Модель идеальное смешение. Модель идеальное вытеснение.
13. Разновидности модели идеальное вытеснение - диффузионное однопараметрическое вытеснение, диффузионное, двухпараметрическое вытеснение. Ячеечная модель.
14. Тепловой баланс химико-технологического объекта.
15. Методы составления математических моделей. Эмпирический метод составления математических моделей. Пассивный эксперимент. Активный эксперимент. Теоретический метод составления математических моделей.
16. Экспериментально-аналитический метод составления математических моделей
17. Области применения различных моделей структуры потоков в аппарате
18. Основные классы уравнений встречающихся в математическом описании. Способы решения дифференциальных уравнений
19. Численные методы решения дифференциальных уравнений: Метод Эйлера первого порядка, Метод Рунге-Кутта 4 порядка
20. Структурные модели.
21. Классификация структурных моделей.
22. Способы построения структурных моделей.
23. Принципы построения математических моделей химико-технологических систем (ХТС). Декомпозиционные методы расчета Интегральные методы.
24. Структурный анализ ХТС (Способы представления структуры ХТС).
25. Классификация и назначение топологических моделей ХТС (графов). Потоковые графы. Информационно потоковые графы. Сигнальные графы. Структурные графы.
26. Графы. Матричное представление графов: матрица ветвей, матрица циклов, матрица смежности, матрица инциденций. Матрицы связей.
27. Классификация ХТС по особенностям технологической топологии.
28. Типы технологических связей в топологии ХТС.
29. Классификация моделей ХТС. Гомоморфные, изоморфные модели. Классификация ХТС по способу функционирования.
30. Общий вид систем уравнений материально-тепловых балансов ХТС.
31. Идентификация ХТС. Оптимизация ХТС.
32. Основы построения статистических моделей
33. Регрессионный анализ – МНК.
34. Модели и методы анализа пространственно-временных структур.
35. Современные программные продукты для моделирования ХТС. Области их применения.
36. Базы данных по термодинамическим характеристикам чистых компонентов и свойств смесей.
37. Методы расчета термодинамических свойств в моделирующих программах.
38. Назначение и функциональные возможности HYSYS. Встроенные и дополнительные модули.

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

Максимальное количество баллов за 7 семестр – 100 баллов.

При проведении зачета могут быть учтены результаты освоения дисциплины за семестр. Оценка «удовлетворительно» может быть выставлена студенту, если он набрал минимальное количество баллов по каждой контрольной точке. В системе оценок «2», «3», «4», «5» студент по каждой контрольной точке должен набрать не менее оценки «3».

Общее количество баллов за семестр, максимум

Вид работы (контрольные точки)	Максимальное количество баллов	Вес, %
Отчеты по лабораторным занятиям. Оформление письменного отчёта	36	36
Задания практических занятий	24	24
Составление конспекта	40	40
Итого	100	100

Критерии и шкала оценивания результатов изучения дисциплины на текущей аттестации

Критерии оценивания собеседование по лабораторным работам

За правильно оформленный письменный отчёт по лабораторной работе 9 баллов (всего 4 отчета по лабораторным работам = максимум 36 баллов, минимум 18 баллов).

При переводе в систему оценок «2», «3», «4», 5»

- 36-32 баллов приравнивается оценке «5»;
- 31-25 баллов приравнивается оценке «4»;
- 24-18 баллов приравнивается оценке «3».

Критерии оценивания заданий практических занятий

За каждое правильное задание 6 баллов (всего 4 задания = максимум 24 балла, минимум 12 баллов).

При переводе в систему оценок «2», «3», «4», 5»

- 22-24 баллов приравнивается оценке «5»;
- 18-21 баллов приравнивается оценке «4»;
- 12-17 баллов приравнивается оценке «3».

Критерии оценивания конспекта

За каждый правильно составленный конспект 10 баллов (всего 4 конспекта = максимум 40 баллов, минимум 20 баллов).

При переводе в систему оценок «2», «3», «4», 5»

- 40-41 баллов приравнивается оценке «5»;
- 39-30 баллов приравнивается оценке «4»;
- 29-20 баллов приравнивается оценке «3».

Критерии и шкала оценивания результатов изучения дисциплины на промежуточной аттестации

Критерии оценивания зачета с оценкой

Оценка «отлично» во время ответа на зачете выставляется студенту, который

- демонстрирует глубокие систематизированные знания по предмету, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов;
- - правильно использует терминологию в рамках курса дисциплины;
- дает развернутые ответы на все дополнительные вопросы по курсу дисциплины.

Оценка «хорошо» во время ответа на зачете выставляется студенту, который

- в изложении материала есть небольшие недочеты, не искажающие содержание ответа и исправленные оперативно по указанию преподавателя;
- допускает неточности при использовании терминологии в рамках курса дисциплины, оперативно исправленные по указанию преподавателя;
- получены в целом удовлетворительные ответы на все дополнительные вопросы по курсу дисциплины.

Оценка «удовлетворительно» во время ответа на зачете выставляется студенту, который

- содержание вопросов билета раскрыто неполно или непоследовательно, но показано общее их понимание; в изложении материала есть пробелы, не исказившие содержание ответа и исправленные по замечанию преподавателя;
- имеются затруднения или допущены ошибки при использовании терминологии в рамках курса дисциплины, исправленные после наводящих ответов преподавателя;
- получены неполные ответы на вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» во время ответа на зачете выставляется студенту, который

- содержание вопросов раскрыто неполно или непоследовательно, не показано общее понимание вопросов;
- в изложении материала есть серьезные пробелы, искажающие содержание ответа и не исправленные по замечанию преподавателя;
- не смог ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем.