

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Косенок Сергей Михайлович

Должность: ректор

Дата подписания: 01.07.2026 15:15:20

Уникальный программный ключ:

e3a68f3eaa1e62674b54f4998099d3d6bfdcf836

Бюджетное учреждение высшего образования

Ханты-Мансийского автономного округа-Югры

Сургутский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УМР

_____ Е.В. Коновалова

11 июня 2026 г., протокол УМС №5

МОДУЛЬ ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН

Цифровое проектирование и производство

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Химии**

Учебный план g040401-Хим-26-1 для РПД.plx
04.04.01 Химия
Направленность (профиль): Химия нефти

Квалификация **Магистр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144

в том числе:

аудиторные занятия 48

самостоятельная работа 69

часов на контроль 27

Виды контроля в семестрах:
экзамен 1
контрольная работа 1

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
Недель	17 3/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Практические	32	32	32	32
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	48	48	48	48
Сам. работа	69	69	69	69
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

Кандидат, Деева Анна Андреевна

Рабочая программа дисциплины

Цифровое проектирование и производство

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 04.04.01 Химия (приказ Минобрнауки России от 13.07.2017 г. № 655)

составлена на основании учебного плана:

04.04.01 Химия

Направленность (профиль): Химия нефти

утвержденного учебно-методическим советом вуза от 11.06.2026 протокол № 5.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Химии

Зав. кафедрой Канд. хим. наук Таныкова Наталья Геннадьевна

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	1.1 Цель дисциплины – изучение основ цифровой химической инженерии, компьютерного моделирования химико-технологических процессов, вычислительных методов анализа веществ и материалов, а также методов цифрового проектирования и оптимизации химических производств.
1.2	1.2 Задачи дисциплины:
1.3	1.3 Формирование компетенций в области компьютерного моделирования химико-технологических процессов с использованием современных программных систем (DWSIM, AZprocede и др.)
1.4	1.4 Формирование знаний о цифровых двойниках, математическом моделировании, термодинамических моделях и вычислительных методах химической инженерии
1.5	1.5 Формирование навыков построения технологических схем, проведения материальных и тепловых балансов, анализа устойчивости и оптимизации процессов
1.6	1.6 Формирование навыков обработки, визуализации и интерпретации экспериментальных и расчетных данных

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:		Б1.О.03
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	История и методология науки	
2.1.2	История и методология науки	
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Производственная практика, научно-исследовательская работа	
2.2.2	Учебная практика, ознакомительная практика	
2.2.3	Химия нефти и газа	
2.2.4	Катализ в процессах переработки нефти	
2.2.5	Производственная практика, научно-исследовательская работа	
2.2.6	Учебная практика, ознакомительная практика	
2.2.7	Химия нефти и газа	
2.2.8	Катализ в процессах переработки нефти	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**ОПК-3.1:** Применяет современные IT-технологии при сборе, анализе и представлении информации в области химии**ОПК-3.2:** Применяет стандартные и оригинальные программные продукты, при необходимости адаптируя их для решения профессиональных задач**ОПК-3.3:** Применяет современные вычислительные методы для обработки данных химического эксперимента, моделирования свойств веществ (материалов) и процессов**УК-2.1:** Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления**УК-2.2:** Разрабатывает план реализации проекта с использованием инструментов планирования**УК-2.3:** Планирует необходимые ресурсы, в том числе с учетом их заменимости

ПК-3.1: Обрабатывает и анализирует большие массивы данных технологических процессов с применением языков программирования (Python) и библиотек для статистического анализа и визуализации

ПК-3.2: Разрабатывает и внедряет математические модели и цифровые двойники установок переработки для оптимизации режимов работы и прогнозирования качества продукции

ПК-3.3: Применяет методы машинного обучения для создания предиктивных моделей, прогнозирующих отказы оборудования, коррозию и отклонения качества продукции

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	Основные принципы цифровой химической инженерии, математического моделирования и компьютерного проектирования химико-технологических процессов
3.1.2	Физико-химические основы процессов тепло- и массообмена, химической кинетики и гидродинамики, лежащие в основе моделирования химических производств
3.1.3	Основные методы составления материальных и тепловых балансов, а также моделирования реакторов, теплообменников и процессов разделения смесей
3.1.4	Особенности аналитических и численных методов, применяемых при решении задач химической технологии и оптимизации процессов
3.1.5	Инструментарий программных систем для моделирования, анализа, визуализации данных и построения цифровых моделей химико-технологических процессов
3.2	Уметь:
3.2.1	Выполнять постановку задач математического моделирования химико-технологических процессов и подготавливать исходные данные для расчетов
3.2.2	Составлять материальные и тепловые балансы и выполнять моделирование технологических схем химических производств
3.2.3	Проводить моделирование реакторов, теплообменного оборудования и процессов разделения смесей в системах моделирования процессов
3.2.4	Использовать численные методы и программные средства Python для обработки, анализа и визуализации экспериментальных и расчетных данных
3.2.5	Проводить анализ чувствительности параметров, оптимизацию химико-технологических процессов, а также применять элементы предиктивного моделирования при интерпретации результатов компьютерного моделирования

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Примечание
	Раздел 1. Введение в цифровую химическую инженерию					

1.1	Введение в цифровую химическую инженерию. Основные направления цифровизации химической промышленности. Понятие цифрового химического производства и цифрового двойника. Роль математического моделирования в химической технологии. Классификация математических моделей химико-технологических процессов. Физическое и математическое моделирование. Этапы построения математической модели. Проверка адекватности моделей. Основные типы программных комплексов для моделирования химико-технологических процессов /Лек/	1	2	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК -2.1 УК-2.2 УК-2.3 ПК- 3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Л3.3	
1.2	Основы работы в Python для инженерных расчетов. Работа с массивами данных, визуализация результатов, обработка экспериментальных данных /Пр/	1	4	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК -2.1 УК-2.2 УК-2.3 ПК- 3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2	
1.3	Классификация математических моделей химико-технологических процессов. Цифровые двойники в химической промышленности /Ср/	1	8	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК -2.1 УК-2.2 УК-2.3 ПК- 3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2	
	Раздел 2. Основы вычислительных методов в химической технологии					
2.1	Численные методы решения алгебраических и дифференциальных уравнений. Методы аппроксимации и интерполяции. Численное интегрирование. Методы решения систем нелинейных уравнений. Анализ устойчивости вычислительных схем. Применение вычислительных методов при моделировании химико-технологических процессов /Лек/	1	2	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК -2.1 УК-2.2 УК-2.3 ПК- 3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2	
2.2	Численное решение систем уравнений химической технологии. Аппроксимация экспериментальных данных и расчет кинетических параметров /Пр/	1	4	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК -2.1 УК-2.2 УК-2.3 ПК- 3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2	
2.3	Методы численного решения дифференциальных уравнений. Анализ устойчивости вычислительных методов /Ср/	1	8	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК -2.1 УК-2.2 УК-2.3 ПК- 3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2	
2.4	Законы сохранения массы и энергии. Составление материальных и тепловых балансов. Стационарные и нестационарные процессы. Термодинамические модели. Уравнения состояния. Методы расчета фазовых равновесий. Модели идеального и реального раствора /Лек/	1	2	ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК -2.1 УК-2.2 УК-2.3 ПК- 3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2	

2.5	Расчет материальных и тепловых балансов химико-технологических процессов /Пр/	1	4	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК -2.1 УК-2.2 УК-2.3 ПК- 3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2	
2.6	Методы расчета фазовых равновесий. Термодинамические модели реальных растворов /Ср/	1	8	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК -2.1 УК-2.2 УК-2.3 ПК- 3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2	
	Раздел 3. Моделирование химических реакторов					
3.1	Моделирование тепловых и массообменных процессов. Теплопередача в химической технологии. Математические модели теплообменных аппаратов. Стационарные и нестационарные модели теплообменников. Массообменные процессы. Моделирование ректификационных колонн. Уравнения Фенске и Андервуда. Основы моделирования процессов абсорбции и экстракции /Лек/	1	2	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК -2.1 УК-2.2 УК-2.3 ПК- 3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2	
3.2	Моделирование теплообменного оборудования и процессов ректификации в цифровых системах моделирования процессов /Пр/	1	4	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК -2.1 УК-2.2 УК-2.3 ПК- 3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2	
3.3	Моделирование химических реакторов. Кинетические уравнения. Методы определения кинетических параметров. Реакторы идеального вытеснения и полного перемешивания. Каскады реакторов. Диффузионные модели реакторов. Тепловые режимы реакторов. Устойчивость реакционных процессов. Моделирование каталитических процессов /Лек/	1	2	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК -2.1 УК-2.2 УК-2.3 ПК- 3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2	
3.4	Моделирование химических реакторов различных типов. Анализ влияния параметров процесса на степень превращения и селективность /Пр/	1	4	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК -2.1 УК-2.2 УК-2.3 ПК- 3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2	
3.5	Модели массообменных процессов. Методы расчета насадочных и тарельчатых колонн. Устойчивость тепловых режимов реакторов. Моделирование каталитических процессов /Ср/	1	12	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК -2.1 УК-2.2 УК-2.3 ПК- 3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2	
	Раздел 4. Компьютерное моделирование химико-технологических процессов					

4.1	Принципы построения технологических схем в системах моделирования процессов. Основы работы в DWSIM и аналогичных программных пакетах. Моделирование реакторов, теплообменников и ректификационных колонн. Анализ чувствительности параметров. Интерпретация результатов моделирования /Лек/	1	2	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК -2.1 УК-2.2 УК-2.3 ПК- 3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2	
4.2	Построение и анализ технологических схем химических производств в специализированном программном пакете /Пр/	1	4	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК -2.1 УК-2.2 УК-2.3 ПК- 3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2	
4.3	Анализ чувствительности параметров химико-технологических процессов. Многоцелевая оптимизация химических производств. Энергоэффективность процессов /Ср/	1	17	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК -2.1 УК-2.2 УК-2.3 ПК- 3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2	
4.4	Методы оптимизации химико-технологических процессов. Постановка задач оптимизации. Целевые функции и ограничения. Методы линейной и нелинейной оптимизации. Оптимизация технологических параметров. Энергетическая и ресурсная эффективность процессов. Основы многоцелевой оптимизации /Лек/	1	2	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК -2.1 УК-2.2 УК-2.3 ПК- 3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2	
4.5	Оптимизация параметров химико-технологических процессов с использованием численных методов /Пр/	1	4	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК -2.1 УК-2.2 УК-2.3 ПК- 3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2	
4.6	Анализ данных и элементы искусственного интеллекта в химической технологии. Методы обработки экспериментальных данных. Регрессионный анализ. Основы машинного обучения. Data-driven modeling в химической технологии. Применение методов искусственного интеллекта для прогнозирования параметров процессов и оптимизации производств /Лек/	1	2	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК -2.1 УК-2.2 УК-2.3 ПК- 3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2	
4.7	Анализ технологических данных и построение простейших прогнозных моделей /Пр/	1	4	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК -2.1 УК-2.2 УК-2.3 ПК- 3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2	
4.8	Современные методы анализа данных в химической технологии. Применение машинного обучения в моделировании процессов /Ср/	1	16	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК -2.1 УК-2.2 УК-2.3 ПК- 3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2	

4.9	Контрольная работа /Контр.раб./	1	0	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК -2.1 УК-2.2 УК-2.3 ПК- 3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2	
4.10	Экзамен /Экзамен/	1	27	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК -2.1 УК-2.2 УК-2.3 ПК- 3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

5.1. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

Представлены отдельным документом

5.2. Оценочные материалы для диагностического тестирования

Представлены отдельным документом

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Чиркунов Э. В., Харлампики Х. Э., Кузнецова И. М., Иванов В. Г., Харлампики Х. Э.	Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов: учебник	Москва: Лань", 2013, Электронный ресурс	1
Л1.2	Закгейм А.Ю.	Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие	Москва: Логос, 2014, Электронный ресурс	1

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Аверьянов В. А., Бесков В. С.	Лабораторный практикум по общей химической технологии: учебное пособие	Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, печ. 2013	10
Л2.2	Бояршинов, М. Г.	Методы вычислительной механики: учебное пособие	Саратов: Вузовское образование, 2020, Электронный ресурс	1
Л2.3	Кравцова М. В.	Моделирование технических и природных систем: электронное учебно-методическое пособие	Тольятти: ТГУ, 2019, Электронный ресурс	1
Л2.4	Перерва О. В., Гартман Т. Н., Панкрушина А. В., Советин Ф. С.	Компьютерное моделирование химико-технологических процессов в программе CHEMCAD: практическое руководство для технологов и проектировщиков: учебное пособие для вузов	Санкт-Петербург: Лань, 2024, Электронный ресурс	1

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.5	Айнштейн В. Г., Захаров М. К., Носов Г. А., Захаренко В. В., Зиновкина Т. В., Таран А. Л., Костанян А. Е., Айнштейн В. Г.	Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. В двух книгах. Книга 2: учебник для вузов	Санкт-Петербург: Лань, 2023, Электронный ресурс	1
Л2.6	Айнштейн В. Г., Захаров М. К., Носов Г. А., Захаренко В. В., Зиновкина Т. В., Таран А. Л., Костанян А. Е.	Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. В двух книгах. Книга 1: учебник для вузов	Санкт-Петербург: Лань, 2023, Электронный ресурс	1
Л2.7	Шимова, Ю. С., Демиденко, Н. Ю., Лис, Е. В.	Моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие	Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2021, Электронный ресурс	1

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л3.1	Павлов К. Ф., Романков П. Г., Носков А. А.	Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учебное пособие для вузов	М.: Альянс, 2007	10
Л3.2	Пантелеев А. В., Летова Т. А.	Методы оптимизации в примерах и задачах	Санкт-Петербург: Лань, 2015, Электронный ресурс	1
Л3.3	Самойлов Н. А.	Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов"	Санкт-Петербург: Лань, 2022, Электронный ресурс	1

6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	6.3.1.1 Программы, обеспечивающие доступ в сеть Интернет (например, «Google chrome»)
6.3.1.2	6.3.1.2 Программы для демонстрации и создания презентаций (например, «Microsoft PowerPoint»)
6.3.1.3	6.3.1.3 Программная система DWSIM, Azprocede, или аналоги.
6.3.1.4	6.3.1.4 Программная система OpenFOAM, COCO simulator

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	6.3.2.1 Гарант (информационно-правовой портал) http://www.garant.ru/
6.3.2.2	6.3.2.2 Консультат-плюс http://www.consultant.ru/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	7.1 Рабочие станции слушателей на базе процессоров Intel Core i5 (не ниже 6 поколения), не менее чем 8 Гб оперативной памяти, операционная система не ниже Windows 7 (x64), микрофоны и наушники, подключение к сети Интернет
7.2	7.2 Рабочие станции преподавателей на базе процессоров Intel Core i5 (не ниже 6 поколения), не менее чем 8 Гб оперативной памяти, операционная система не ниже Windows 7 (x64), микрофоны и наушники, подключение к сети Интернет