

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Химической технологии им. Н.И. Ярополова»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №7 от 14 мая 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«МОДЕЛИРОВАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

Направление: 18.03.01 Химическая технология

Химическая технология органических веществ

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Айзина Юлия Александровна
Дата подписания: 23.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Боженков Георгий
Викторович
Дата подписания: 24.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Дьячкова
Светлана Георгиевна
Дата подписания: 23.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Моделирование химико-технологических процессов» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-6 Способен применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для создания математической модели химико-технологических процессов основного органического и нефтехимического синтеза, использует современные программные средства для решения конкретных задач	ПКС-6.2

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-6.2	Демонстрирует знание методов построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов; методов идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных; методов оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей и применяет их для решения задач профессиональной деятельности в области основного органического и нефтехимического синтеза	Знать методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов; методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных; Уметь обрабатывать текстовую информацию, применяя электронные таблицы для сбора, анализа и визуализации данных при разработке технологических проектов производства новой продукции. Владеть методами оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей и применять их для решения задач профессиональной деятельности

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Введение в профессиональную деятельность»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Проектирование и оборудование предприятий органического синтеза»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	64	64
лекции	32	32
лабораторные работы	32	32
практические/семинарские занятия	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	44	44
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 6

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Основные понятия метода моделирования	1	4	1	4					Устный опрос
2	Элементы теории эксперимента	2	4							Устный опрос
3	Математическое описание химических реакций	3	4	4	4			1	20	Устный опрос
4	Анализ и описание процессов в потоке	4	4							Устный опрос
5	Явления переноса в химико-технологических процессах, их анализ и описание			3	4					Устный опрос
6	Особенности промышленных объектов и их отражение в	6	6	5, 6, 7	12			1	12	Устный опрос

	математических моделях									
7	Оптимизация технологических процессов	5, 7	10	2, 8	8			1	12	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		32		32				44	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Основные понятия метода моделирования	Моделирование и модели. Способы моделирования. Химико-технологический процесс как система. Некоторые особенности моделей и задач математического моделирования
2	Элементы теории эксперимента	Случайные величины. Статистические оценки и проверка гипотез. Планирование эксперимента. Планы 1-го порядка.
3	Математическое описание химических реакций	Стехиометрия и равновесие химических реакций. Формальная химическая кинетика. Температурная зависимость скорости реакции.
4	Анализ и описание процессов в потоке	Потоки в аппаратах непрерывного действия. Модели идеальных потоков. Статистика времени пребывания в потоке. Модели неидеальных потоков
5	Явления переноса в химико-технологических процессах, их анализ и описание	Механизмы переноса. Тепловые явления. Модели тепловых процессов. Процессы с межфазным массообменом
6	Особенности промышленных объектов и их отражение в математических моделях	Математические модели нестационарных процессов. Параметрическая чувствительность и устойчивость процессов. Примеры математических моделей промышленных процессов
7	Оптимизация технологических процессов	Формулирование задачи оптимизации. Оптимизация методом дифференциального исчисления. Поиск оптимума численными методами. Экспериментальный поиск оптимума.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 6

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических
---	----------------------------------	----------------------

		часов
1	Построение экспериментально-статистической модели процесса с химической реакцией. Анализ процесса по полученной модели	4
2	Разработка математического описания работы центробежного насоса, расчет и подбор стандартного насоса.	4
3	Математическое моделирование работы реактора со структурой потока идеальное смешение	4
4	Математическое моделирование работы теплообменника со структурой потока идеальное вытеснение	4
5	Оптимизация работы реактора. Расчет себестоимости готового продукта	4
6	Оптимизация работы теплообменника. Расчет затрат на процесс теплообмена	4
7	Математическое моделирование и поиск оптимального режима работы тарельчатого абсорбера	4
8	Математическое моделирование и расчет оптимального расхода пара на процесс ректификации	4

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к зачёту	44

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: дискуссия

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

1. Самойлов. Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов": учебное пособие / Н. А. Самойлов, 2013. - 168 с.
2. Моделирование химико-технологических процессов : метод. указания по выполнению лаб. работ для хим. специальностей / сост. Е. В. Янчуковская, 1996. - 15 с.
3. Математическое моделирование и оптимизация химико-технологических процессов: практическое руководство / В. А. Холоднов [и др.], 2003. - 478 с.
4. Компьютерное моделирование физических систем с использованием пакета MathCAD: учебное пособие для вузов по специальности "Информатика" / С. В. Поршневу,

2015. - 319 с.

5. Янчуковская Е. В. Моделирование тепловых процессов в химической технологии. Примеры и задачи: учебное пособие / Е. В. Янчуковская, 2018. – 96 с.

6. Янчуковская Е. В. Моделирование и анализ моделей реакционных процессов в химической технологии. Примеры и задачи: учебное пособие / Е. В. Янчуковская, 2020. – 95 с.

7. Янчуковская Е. В. Моделирование массообменных процессов в химической технологии. Примеры и задачи: учебное пособие / Е. В. Янчуковская, 2019. – 144 с.

8. Янчуковская Е. В. Моделирование и оптимизация работы теплообменников. Лабораторный практикум для студентов заочной формы обучения / Е. В. Янчуковская, 2018. – 76 с.

9. Янчуковская Е. В. Моделирование механических и гидромеханических процессов в химической технологии. Примеры и задачи: учебное пособие / Е. В. Янчуковская, 2020. – 128 с.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

1. Закгейм. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие по курсам "Общая химическая технология" ... / А. Ю. Закгейм, 2011. - 302 с.

2. Янчуковская. Моделирование и расчет на ЭВМ химико-технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие. Ч. 1: Гидродинамические процессы, 2012. - 110 с.

3. Ефремов. Моделирование химико-технологических процессов: учебник для вузов по направлению подготовки 18.03.02 "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии" (квалификация "бакалавр") / Г. И. Ефремов, 2016. - 253 с.

4. Гунич. Математическое моделирование и расчет на ЭВМ химико-технологических процессов. Примеры и задачи: учебное пособие. Ч. 1, 2010. - 215 с

5. Гунич. Математическое моделирование и расчет на ЭВМ химико-технологических процессов. Примеры и задачи: учебное пособие. Ч. 2, 2010. - 215 с.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 6 | Устный опрос

Описание процедуры.

Текущий контроль для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью осуществляется при защите отчета по лабораторной и самостоятельной работе студента. Защита отчета проводится в форме устного опроса с использованием вопросов для текущего контроля.

Критерии оценивания.

Защита отчета по лабораторной работе оценивается по двухбалльной системе. «Зачтено» за защиту отчета ставится студенту, обнаружившему достаточно полное знание материала, выполнившему предусмотренное работой задание, а также оформившему

отчет в соответствии с требованиями.

«Незачтено» за защиту отчета ставится студенту, обнаружившему существенные пробелы в знании материала и/или допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренного задания, и/или оформление отчета не соответствует требованиям.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКС-6.2	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает теоретический материал, использует в ответе материал научной литературы, свободно справляется с заданием, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение.	Тестирование. Устное собеседование по вопросам к зачету.

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 6, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Текущий контроль для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью осуществляется при ответе на вопросы теста по данным темам. На ответы вопросов теста студентам отводится 30 минут.

Пример задания:

Примеры тестов

36. В тарельчатой колонне провального типа движение жидкости лучше всего описывается:

- а) моделью идеального смешения б) ячеечной моделью
- в) однопараметрической диффузионной моделью

37. В потоке, проходящем через аппарат, протекает химическая реакция.

Какая гидродинамическая модель больше подходит для учета изменения концентрации?

- а) идеального вытеснения
- б) двухпараметрической диффузионной в) комбинированная

38. Очень медленные процессы можно рассматривать как

- а) адиабатические б) изотермические
- в) с частичным теплообменом

39. Горячая – это точка, в которой

- а) выделяется самое большое количество тепла б) устанавливается самая высокая температура в) поглощается самое большое количество тепла

40. От чего зависит вид уравнений теплового баланса? а) от количества параметров процесса

- б) от типа потока
- в) от типа аппарата

Примеры вопросов к зачету

1. Рассмотрите один из известных вам химико-технологических процессов.

Перечислите контролируемые, но нерегулируемые входы, управляющие факторы, важнейшие выходы процесса.

2. Перечислите и опишите характеристики гидродинамической модели ИВ.

Приведите примеры её использования.

3. Перечислите и опишите характеристики гидродинамической модели ИС.

Приведите примеры её использования.

4. Какие требования необходимы для выбора критерия оптимизации?

5. Объясните метод планирования эксперимента при создании экспериментально-статистических моделей.

6. Дайте определение химико-технологической системы, раскройте смысл понятия ‘черный ящик’.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Рейтинг по дисциплине более 40 баллов	Рейтинг по дисциплине менее 40 баллов

7 Основная учебная литература

1. Гендин Д. В. Аппараты химической технологии : учеб. пособие / Д. В. Гендин, Е. В. Янчуковская, 2005. - 40.

2. Янчуковская. Моделирование и расчет на ЭВМ химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие. Ч. 1 : Гидродинамические процессы, 2012. - 110.

3. Янчуковская Е. В. Моделирование и расчет на ЭВМ химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. В. Янчуковская, С. В. Гунич, 2012. - 111.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Янчуковская Е. В. Моделирование тепловых процессов в химической технологии. Примеры и задачи : учебное пособие / Е. В. Янчуковская, 2018. - 95.

2. Янчуковская Е. В. Моделирование и оптимизация работы теплообменников : лабораторный практикум для студентов заочной формы обучения по направлению подготовки 18.03.01 "Химическая технология" / Е. В. Янчуковская, 2019. - 75.

3. Янчуковская Е. В. Моделирование массообменных процессов в химической технологии. Примеры и задачи : учебное пособие по направлениям подготовки "Химическая технология", "Автоматизация технологических процессов и производств" / Е. В. Янчуковская, 2019. - 138.

4. Янчуковская Е. В. Моделирование механических и гидромеханических процессов в химической технологии. Примеры и задачи : учебное пособие / Е. В. Янчуковская, 2020. - 121.

9 Ресурсы сети Интернет

10 Профессиональные базы данных

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины