

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Казанский национальный исследовательский
технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
Д.Ш. Султанова
«30» мая 2022 г.

Рабочая программа дисциплины в виде электронного документа выгружена из информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу
Простая электронная подпись, ID подписи: 1060
Подписал Проректор по учебной работе Д.Ш. Султанова
Дата 30.05.2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине **«МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И ОБЪЕКТОВ В ХИМИЧЕСКИХ
ТЕХНОЛОГИЯХ»**

Направление подготовки:	15.03.02 Технологические машины и оборудование
Профиль:	Машины и аппараты нефтегазопереработки
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	Заочная
Институт:	Инжиниринговый центр в области химии и технологии энергонасыщенных материалов "Спецхимия"
Факультет:	Инжиниринговый центр в области химии и технологии энергонасыщенных материалов "Спецхимия"
Кафедра-разработчик:	Казанский межвузовский инженерный центр "Новые технологии" федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Казанский национальный исследовательский технологический университет"
Курс; семестр	3; 8, 9

Вид нагрузки	Часы	Зачётные единицы
Лекция	4	0,11
Лабораторная работа	4	0,11
Контроль самостоятельной работы	20	0,56
Самостоятельная работа	143	3,97
Форма аттестации: Контрольная работа (9 сем), Экзамен (9 сем)	9	0,25
Всего	180	5

Рабочая программа составлена с учётом требований Федерального государственного образовательного стандарта (приказ № 728 от 09.08.2021) по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование для профиля «Машины и аппараты нефтегазопереработки» на основании учебных планов набора обучающихся 2022 года.

Разработчик программы:

Профессор

Р.А. Халитов

СОГЛАСОВАНО

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании Казанского межвузовского инженерного центра "Новые технологии" федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Казанский национальный исследовательский технологический университет", протокол от 23.05.2022 г. № 5.

Директор *Согласовано* А.Ф. Махоткин

УТВЕРЖДЕНО

Начальник центра УМЦ

Утверждаю

Л.А. Китаева

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Моделирование процессов и объектов в химических технологиях» являются:

формирование системы знаний, умений и навыков в области разработки и применения математических моделей химико-технологических процессов и аппаратов с целью оптимизации основного технико-экономического показателя «затраты : результат».

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Моделирование процессов и объектов в химических технологиях» относится к формируемой участниками образовательных отношений части ООП и формирует у обучающихся по профилю «Машины и аппараты нефтегазопереработки» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Моделирование процессов и объектов в химических технологиях» обучающийся по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

1. Высшая математика
2. Информационные технологии
3. Общая химическая технология

Дисциплина «Моделирование процессов и объектов в химических технологиях» является предшествующей и необходима для успешного освоения последующих дисциплин:

1. Конструирование и расчет элементов оборудования (по отраслям)
2. Моделирование и оптимальное управление процессами нефтегазопереработки
3. Основы автоматизации технологических процессов нефтегазопереработки

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-3 Способен к обеспечению выполнения работ по разработке и планированию внедрения новой техники и передовой технологии в нефтегазопереработке

ПК-3.1. Знает назначение, устройство, принцип работы и правила технической эксплуатации нового современного технологического оборудования нефтегазопереработки

ПК-3.2. Умеет разрабатывать методические и нормативные материалы, техническую документацию по внедрению новой техники и передовых технологий в нефтегазопереработке

ПК-3.3. Владеет навыками разработки и реализации планов внедрения новой техники и технологии, проведения организационно-технических мероприятий и опытно-конструкторских работ в нефтегазопереработке

ПК-4 Способен осуществлять подготовку элементов технической документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ в нефтегазопереработке

ПК-4.1. Знает нормативно-техническую базу и методы разработки технической документации

ПК-4.2. Умеет применять нормативно-техническую базу в области нефтегазопереработки и оформлять элементы технической документации на основе внедрения результатов опытно-конструкторских разработок

ПК-4.3. Владеет навыками проведения работ по формированию элементов технической документации на основе внедрения результатов опытно-конструкторских разработок

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

Знать:

основы разработки стандартов и нормативной документации;

порядок разработки, утверждения и внедрения стандартов, технических условий и другой нормативно-технической документации

правила выполнения работ по разработке и планированию внедрения новой техники и передовой

технологии в нефтегазопереработке

Уметь:

обеспечивать выполнение работ по разработке и планированию внедрения новой техники и передовой технологии в нефтегазопереработке с использованием методических и нормативных материалов и технической документации

разрабатывать новые и пересматривать действующие стандарты и нормативные документы на основе внедрения результатов опытно-конструкторских разработок

Владеть:

навыками разработки и реализации планов внедрения новой техники и технологии, способностью проведения организационно-технических мероприятий и опытно-конструкторских работ в нефтегазопереработке

навыками разработки стандартов и нормативной документации на основе внедрения результатов опытно-конструкторских разработок

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации
			Лекция	Практические занятия	Лабораторные	КСР	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Основные понятия метода моделирования.	8	2				7	Контрольная работа
	Итого по семестру	8	2				7	
1.	Детерминированные модели	9	1		2	12	64	Лабораторная работа
2.	Статистические модели.	9	1		2	8	72	Лабораторная работа; Экзамен
	Итого по семестру	9	2		4	20	136	Контрольная работа, Экзамен

5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
1.	Основные понятия метода моделирования.	1	Виды уравнений и методы их решения при моделировании химико-технологических процессов.	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
2.		1	Коэффициенты кинетических моделей.	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
3.	Детерминированные модели	1	Математические модели основных процессов химической технологии	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
4.	Статистические модели.	1	Регрессионные модели. Оптимизация химико-технологических процессов	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
	ВСЕГО	4		

6. Содержание практических/семинарских занятий

Проведение практических/семинарских занятий не предусмотрено учебным планом

7. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	6
1.	Детерминированные модели	1	Моделирование кинетики гомогенных химических реакций	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
2.		1	Моделирование кинетики гетерогенных химических реакций	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
3.	Статистические модели.	1	Моделирование процесса смешения технологических потоков нефтехимического производства	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
4.		1	Моделирование теплообменных аппаратов в стационарном режиме	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
	ВСЕГО	4		

8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
1.	Уравнения баланса. Математические модели простых и сложных химических реакций. Способы определения	7	подготовка к контрольной работе	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
	кинетических констант(4-5 способов). Метод нахождения обеих констант скорости для реакций последовательного типа, основанный на минимизации квадратичного функционала. Метод сеток для решения дифференциальных уравнений со смешанными производными.			ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
2.	Моделирование теплообменных процессов. Процедура составления системы дифференциальных уравнений для теплообменника смешения. Решение дифференциального уравнения теплообмена и переход его решения в стационарное. Примеры реализации подобного варианта теплообмена в промышленных условиях	32	подготовка к лабораторной работе	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
3.	Моделирование процессов с межфазным переносом. Процедура составления системы дифференциальных уравнений теплообмена через стенку. Процедура составления дифференциальных уравнений для межфазных химических реакций, протекающих на границе двух сред. Системы уравнений, описывающие межфазные процессы абсорбции, ректификации и экстракции	32	подготовка к лабораторной работе	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
4.	Методы аппроксимации экспериментальных данных. Регрессионный анализ. Статистические критерии воспроизводимости, адекватности и значимости. Метод дробных реплик. Понятия активного и пассивного эксперимента. Матричный метод решения системы уравнений для нахождения коэффициентов уравнения регрессии. Процедура рандомизации эксперимента	37	подготовка к лабораторной работе	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
5.	Основные виды функций отклика сложной системы на внешние возмущения и методы поиска экстремумов многомерных функций, систематизированные как градиентные и безградиентные методы. Метод градиентного спуска, метод наискорейшего спуска, симплекс метод поиска экстремума	35	подготовка к лабораторной работе, подготовка к экзамену	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
	ВСЕГО	143		

8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
1.	Уравнения баланса. Математические модели простых и сложных химических реакций. Способы определения кинетических констант(4-5 способов). Метод нахождения обеих констант скорости для реакций последовательного типа, основанный на минимизации квадратичного функционала. Метод	4	проверка контрольной работы	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
	сеток для решения дифференциальных уравнений со смешанными производными.			
2.	Моделирование теплообменных процессов. Процедура составления системы дифференциальных уравнений для теплообменника смешения. Решение дифференциального уравнения теплообмена и переход его решения в стационарное. Примеры реализации подобного варианта теплообмена в промышленных условиях	4	прием лабораторной работы	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
3.	Моделирование процессов с межфазным переносом. Процедура составления системы дифференциальных уравнений теплообмена через стенку. Процедура составления дифференциальных уравнений для межфазных химических реакций, протекающих на границе двух сред. Системы уравнений, описывающие межфазные процессы абсорбции, ректификации и экстракции	4	прием лабораторной работы	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
4.	Методы аппроксимации экспериментальных данных. Регрессионный анализ. Статистические критерии воспроизводимости, адекватности и значимости. Метод дробных реплик. Понятия активного и пассивного эксперимента. Матричный метод решения системы уравнений для нахождения коэффициентов уравнения регрессии. Процедура рандомизации эксперимента	4	прием лабораторной работы	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
5.	Основные виды функций отклика сложной системы на внешние возмущения и методы поиска экстремумов многомерных функций, систематизированные как градиентные и безградиентные методы. Метод градиентного спуска, метод наискорейшего спуска, симплекс метод поиска экстремума	4	прием лабораторной работы, прием экзамена	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
	ВСЕГО	20		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Моделирование процессов и объектов в химических технологиях» используется рейтинговая система. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО КНИТУ.

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. За контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

Оценочные средства	Кол-во	Мин.баллов	Макс.баллов
9-й семестр			
Лабораторная работа	4	24	40
Контрольная работа	1	12	20
Экзамен	1	24	40

Итого		60	100
-------	--	----	-----

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и итоговой аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1. Основная литература

При изучении дисциплины «Моделирование процессов и объектов в химических технологиях» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Количество экземпляров
Э. М. Кольцова, А. С. Скичко, А. В. Женса, Численные методы решения уравнений математической физики и химии [Прочее] Учебное пособие для вузов: Москва : Юрайт, 2020	https://urait.ru/bcode/454210 Режим доступа: по подписке КНИТУ
В. В. Кафаров, М. Б. Глебов, Математическое моделирование основных процессов химических производств [Прочее] Учебное пособие для вузов: Москва : Юрайт, 2020	https://urait.ru/bcode/455050 Режим доступа: по подписке КНИТУ
Г. А. Михайлов, А. В. Войтишек, Статистическое моделирование. Методы Монте-Карло [Прочее] Учебное пособие для вузов: Москва : Юрайт, 2020	https://urait.ru/bcode/455317 Режим доступа: по подписке КНИТУ
В. В. Токарев, Методы оптимизации [Прочее] Учебное пособие для вузов: Москва : Юрайт, 2020	https://urait.ru/bcode/454017 Режим доступа: по подписке КНИТУ

11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
Ю. Я. Болдырев, Вариационное исчисление и методы оптимизации [Прочее] Учебное пособие для вузов: Москва : Юрайт, 2020	https://urait.ru/bcode/453455 Режим доступа: по подписке КНИТУ
Е. А. Кочегурова, Теория и методы оптимизации [Прочее] Учебное пособие для вузов: Москва : Юрайт, 2020	https://urait.ru/bcode/451213 Режим доступа: по подписке КНИТУ

11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Моделирование процессов и объектов в химических технологиях» предусмотрено использование электронных источников информации:

Электронный каталог УНИЦ КНИТУ: Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>

ЭБС «Лань»: Режим доступа: <https://e.lanbook.com>

Образовательная платформа «Юрайт»: Режим доступа: <https://urait.ru/>

ЭБС «Znanium.com»: Режим доступа: <http://znanium.com/>

ЭБС Университетская библиотека онлайн: Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>

Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>

ЭБС BOOK.ru : Режим доступа: <https://www.book.ru/>

Научная электронная библиотека <https://elibrary.ru/>

11.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Базы данных

Wiley Online Library: <https://onlinelibrary.wiley.com/>

Springer Nature: <https://link.springer.com/>

zbMath : <https://zbmath.org/>

Информационные справочные системы

Справочно-правовая система «ГАРАНТ» Доступ свободный: www.garant.ru

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» Доступ свободный: www.consultant.ru

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Моделирование процессов и объектов в химических технологиях»:

Офисные и деловые программы: ABBYY FineReader 9.0 проф;

Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Russian;

Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Professional Russian;

Офисные и деловые программы: MS Office 2010-2016 Standard

Архиватор 7 Zip

Блокнот Notepad

Яндекс Браузер

категория ПО Наименование Лицензионный договор, соглашение

САПР Аскон Компас 3D v14

Научное ПО Gaussian G09W Full Version

САПР Altair Hyperworks

ПО для коллективной работы Microsoft Teams

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены оборудованием:

- доска учебная настенная, экран настенный, проектор;
- столы, стулья для обучающихся, стол, стул для преподавателя.

Оборудование учебных аудиторий для проведения практических и лабораторных занятий:

- 1) Посадочные места по количеству обучающихся;
- 2) Рабочее место преподавателя;
- 3) Комплект учебно- методической документации
- 4) Лабораторные установки

Технические средства обучения:

- 1) Персональный компьютер с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду КНИТУ
- 2) Проекционный экран;
- 3) Мультимедийный проектор;
- 4) Доска;
- 5) Колонки.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой:

- комплект учебной мебели;
 - 11 персональных компьютеров;
- с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду КНИТУ.

13. Образовательные технологии

В процессе освоения дисциплины «Моделирование процессов и объектов в химических технологиях» используются следующие образовательные технологии:

- работа в малых группах;
- изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа, лекция – дискуссия,);
- системы дистанционного обучения;