

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

«07» июня 2021 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 07.06.2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «**МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ
НЕФТЕГАЗОПЕРЕРАБОТКИ**»

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	6	0,17
Лабораторная работа	8	0,22
Контроль самостоятельной работы	20	0,56
Самостоятельная работа	137	3,81
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 № 1170 от 20.10.2015) по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование для профиля «Машины и аппараты нефтегазопереработки» на основании учебных планов набора обучающихся 2021 года.

Разработчик программы:

Заведующий кафедрой

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 19.05.2021 г. № 6.

Директор *Согласовано* А.Ф. Махоткин

УТВЕРЖДЕНО

Начальник центра УМЦ

Утверждаю

Л.А. Китаева

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Моделирование и оптимальное управление процессами нефтегазопереработки» являются:

- а) формирование знаний об основных принципах инженерных расчетов, методах и способах оценки и расчета свойств смесей углеводородов;
- б) формирование знаний и навыков по проведению технологических расчетов оборудования для выполнения технологических задач в соответствии с выбранной технологической схемой процесса переработки углеводородного сырья;
- в) ознакомление студентов возможности прикладного программного обеспечения в области моделирования процессов нефтегазопереработки;

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Моделирование и оптимальное управление процессами нефтегазопереработки» относится к вариативной части ООП и формирует у обучающихся по профилю «Машины и аппараты нефтегазопереработки» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Моделирование и оптимальное управление процессами нефтегазопереработки» обучающийся по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

1. Высшая математика
2. Информационные технологии

Дисциплина «Моделирование и оптимальное управление процессами нефтегазопереработки» является предшествующей и необходима для успешного освоения последующих дисциплин:

1. Моделирование процессов и объектов в химических технологиях
2. Основы исследовательской деятельности
3. Оценка риска аварий на объектах нефтегазопереработки

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-2 умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов

ПК-3 способностью принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и внедрять результаты исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования

ПК-4 способностью участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

Знать:

методы расчета материальных балансов для процессов ректификации;

методы расчета процессов ректификации многокомпонентных смесей;

методы расчета сепараторов;

расчет и подбор вспомогательного оборудования;

методы оптимизации

способы выражения многокомпонентных смесей;

понятия константы фазового состояния, коэффициентов относительной летучести, изотермы

парового, жидкого и парожидкостного состояния, материальный и тепловой балансы,

ректификация многокомпонентных смесей, сепарация, конденсация;

Уметь:

составлять материальные и энергетические балансы процессов;

определять параметры процессов в ректификационных колоннах, используя уравнения изотерм различного состояния;

использовать математические методы при расчете оптимальных характеристик разделительного оборудования

применять методы оптимизации для управления процессов нефтегазопереработки

Владеть:

методиками моделирования технологических процессов

основными принципами расчетов химико-технологических систем

способностью внедрять результаты исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования

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.	Сложные системы, системный анализ и синтез технологических объектов химических	8	2				7	Контрольная работа

№ 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
	процессов							
	Итого по семестру	8	2				7	
1.	Математические модели технологических процессов нефтегазопереработки	9	2		6	16	100	Лабораторная работа
2.	Формулировка задач оптимизации. Виды критериев оптимизации. Методы оптимизации	9	2		2	4	30	Лабораторная работа; Экзамен
	Итого по семестру	9	4		8	20	130	Контрольная работа, Экзамен

5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
1.	Сложные системы, системный анализ и синтез технологических объектов химических процессов	1	Понятие о сложных системах, системном анализе и синтезе технологических объектов	ПК-2 ПК-3 ПК-4
2.		1	Блочный метод построения моделей. Основные блоки процессов в различных аппаратах процессов нефтегазопереработки	ПК-2 ПК-3 ПК-4
3.	Математические модели технологических процессов нефтегазопереработки	1	Математические модели каталитических процессов в реакторах различных типов	ПК-2 ПК-3 ПК-4
4.		1	Математические модели реакторов емкостного типа с перемешиванием	ПК-4
5.	Формулировка задач оптимизации. Виды критериев оптимизации. Методы оптимизации	1	Выбор каналов управления для построения системы оптимального управления на основе решения задач оптимизации.	ПК-2 ПК-3 ПК-4
6.		1	Разработка алгоритмов оптимального управления	ПК-2 ПК-3 ПК-4
	ВСЕГО	6		

6. Содержание практических/семинарских занятий

Проведение практических/семинарских занятий не предусмотрено учебным планом

7. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Формируемые компетенции
1	2	3	4	6
1.	Математические модели технологических процессов нефтегазопереработки	2	Моделирование кинетики гомогенных химических реакций	ПК-2 ПК-3 ПК-4

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
2.		2	Исследование гидродинамики насадочного абсорбера	ПК-2 ПК-3 ПК-4
3.		2	Моделирование процесса смешения технологических потоков нефтехимического производства	ПК-2 ПК-3 ПК-4
4.	Формулировка задач оптимизации. Виды критериев оптимизации. Методы оптимизации	2	Оптимизация реактора идеального вытеснения на основе принципа максимума	ПК-2 ПК-3 ПК-4
	ВСЕГО	8		

8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
1.	Системный анализ. Выделение относительно автономных частей системы. Установление связей с другими частями. Декомпозиция системы на составные части. Выделение блоков системы. Каталитические реакторы для систем «газ - твердое», «газ – жидкость», «газ – жидкость - твердое» модели идеального вытеснения, диффузионная модель, модель идеального перемешивания, различные модели для разных фаз в многофазных реакторах	7	подготовка к контрольной работе	ПК-2 ПК-3 ПК-4
2.	Математические модели каталитических процессов в реакторах различных типов Реакторы с неподвижным слоем катализатора, работающие в адиабатическом режиме с аксиальным и радиальным потоком реагентов. Каталитические реакторы для систем «газ – твердое», реализованные в кожухотрубчатых теплообменниках для экзотермических и эндотермических реакций. Алгоритмы решения уравнений моделей.	25	подготовка к лабораторной работе	ПК-2 ПК-3 ПК-4
3.	Математическая модель процесса абсорбции в колонных абсорберах тарельчатого типа. Источниковые члены для жидкой и газовой фазы. Использование закона Генри для определения равновесных концентраций абсорбируемых компонентов. Математическая модель процесса абсорбции в колонном абсорбере насадочного типа. Математическая модель процесса абсорбции в емкостных аппаратах с мешалками. Математическая модель абсорбера с распылением жидкой фазы.	25	подготовка к лабораторной работе	ПК-2 ПК-3 ПК-4

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
4.	Математические модели тарельчатых ректификационных колонн. Ячеечная модель с обратными потоками. Модель идеального вытеснения. Математические модели насадочных колонн. Модели на основе гидродинамических моделей идеального вытеснения по жидкой и паровой фазам. Поток паровой фазы. Поток флегмы, Поток дистиллата, Поток рафината. Выбор канала управления. Выбор системы управления колонной.	25	подготовка к лабораторной работе	ПК-2 ПК-3 ПК-4
5.	Математические модели процессов экстракции в колонных аппаратах. Модели тарельчатых аппаратов на базе ячейки модели с обратными потоками. Модели насадочных колонн на базе моделей идеального вытеснения по сплошной и дисперсной фазам с краевыми условиями, заданными на разных концах аппаратов. Модели процессов экстракции в аппаратах емкостного типа с перемешиванием	25	подготовка к лабораторной работе	ПК-2 ПК-3 ПК-4
6.	Понятие о входных, выходных, управляющих воздействиях и неконтролируемых возмущениях. Измеряемые показатели качества функционирования, управляющих воздействий и математической модели. Виды ограничения при постановке и решении задач оптимизации. Критерии оптимизации. Метод множителей Лагранжа. Принцип максимума	30	подготовка к лабораторной работе, подготовка к экзамену	ПК-2 ПК-3 ПК-4
ВСЕГО		137		

8.1. Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
1.	Системный анализ. Выделение относительно автономных частей системы. Установление связей с другими частями. Декомпозиция системы на составные части. Выделение блоков системы. Каталитические реакторы для систем «газ - твердое», «газ – жидкость», «газ – жидкость - твердое» модели идеального вытеснения, диффузионная модель, модель идеального перемешивания, различные модели для разных фаз в многофазных реакторах	3	проверка контрольной работы	ПК-2 ПК-3 ПК-4
2.	Математические модели каталитических процессов в реакторах различных типов Реакторы с неподвижным слоем	3	прием лабораторной работы	ПК-2 ПК-3 ПК-4

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
	катализатора, работающие в адиабатическом режиме с аксиальным и радиальным потоком реагентов. Каталитические реакторы для систем «газ – твердое», реализованные в кожухотрубчатых теплообменниках для экзотермических и эндотермических реакций. Алгоритмы решения уравнений моделей.			
3.	Математическая модель процесса абсорбции в колонных абсорберах тарельчатого типа.. Источниковые члены для жидкой и газовой фазы. Использование закона Генри для определения равновесных концентраций абсорбируемых компонентов. Математическая модель процесса абсорбции в колонном абсорбере насадочного типа. Математическая модель процесса абсорбции в емкостных аппаратах с мешалками. Математическая модель абсорбера с распылением жидкой фазы.	3	прием лабораторной работы	ПК-2 ПК-3 ПК-4
4.	Математические модели тарельчатых ректификационных колонн. Ячеечная модель с обратными потоками. Модель идеального вытеснения. Математические модели насадочных колонн. Модели на основе гидродинамических моделей идеального вытеснения по жидкой и паровой фазам. Поток паровой фазы. Поток флегмы, Поток дистиллата, Поток рафината. Выбор канала управления. Выбор системы управления колонной.	4	прием лабораторной работы	ПК-2 ПК-3 ПК-4
5.	Математические модели процессов экстракции в колонных аппаратах. Модели тарельчатых аппаратов на базе ячеечной модели с обратными потоками. Модели насадочных колонн на базе моделей идеального вытеснения по сплошной и дисперсной фазам с краевыми условиями, заданными на разных концах аппаратов. Модели процессов экстракции в аппаратах емкостного типа с перемешиванием	3	прием лабораторной работы	ПК-2 ПК-3 ПК-4
6.	Понятие о входных, выходных, управляющих воздействиях и неконтролируемых возмущениях. Измеряемые показатели качества функционирования, управляющих воздействий и математической модели. Виды ограничения при постановке и решении задач оптимизации. Критерии	4	прием лабораторной работы, прием экзамена	ПК-2 ПК-3 ПК-4

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
	оптимизации. Метод множителей Лагранжа. Принцип максимума			
	ВСЕГО	20		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Моделирование и оптимальное управление процессами нефтегазопереработки» 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 и оптимальное управление процессами нефтегазопереработки» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Количество экземпляров
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
А. Б. Шабаров, С. С. Примаков, Д. Р. Гильмиев [и др.], Нефтегазовые технологии: физико-математическое моделирование течений [Прочее] Учебное пособие для вузов: Москва : Юрайт, 2020	https://urait.ru/bcode/453520 Режим доступа: по подписке КНИТУ
А.Д. Галеев, Е.В. Старовойтова, Моделирование и расчет последствий промышленных аварий [Электронный ресурс] учеб. пособие: Казань : Изд-во КНИТУ, 2020	http://ft.kstu.ru/ft/Starovoitova-modelir_posled_prom_avarii.pdf Доступ с IP адресов 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
П. Г. Белов, Управление рисками, системный анализ и моделирование в 3 ч. Часть 1 [Прочее] Учебник и практикум Для СПО: Москва : Юрайт, 2020	https://urait.ru/bcode/457078 Режим доступа: по подписке КНИТУ
С.И. Поникаров, Э.Ш. Теляков, Э.В. Осипов [и др.], Моделирование испарения и конденсации для систем газ (пар) - жидкость в многокомпонентных системах [Электронный ресурс] монография: Казань : Изд-во АН РТ, 2020	http://ft.kstu.ru/ft/Osipov-modelir_isparennya.pdf Доступ с IP адресов КНИТУ
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

11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Моделирование и оптимальное управление процессами нефтегазопереработки» предусмотрено использование электронных источников информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ: Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. ЭБС «Лань»: Режим доступа: <https://e.lanbook.com>
3. Образовательная платформа «Юрайт»: Режим доступа: <https://urait.ru/>
4. ЭБС «Znanium.com»: Режим доступа: <http://znanium.com/>
5. ЭБС Университетская библиотека онлайн: Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>
6. ЭБС IPRbooks: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
7. ЭБС BOOK.ru : Режим доступа: <https://www.book.ru/>
8. Научная электронная библиотека <https://elibrary.ru/>

УНИЦ
Согласовано

11.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Базы данных

Scopus Доступ свободный: www.scopus.com

Web of Science Доступ свободный: apps.webofknowledge.com

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, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Моделирование и оптимальное управление процессами нефтегазопереработки»:

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

Количество часов занятий, проводимых в интерактивных формах в учебном процессе по дисциплине «Моделирование и оптимальное управление процессами нефтегазопереработки» составляет 2 ч.

В процессе освоения дисциплины «Моделирование и оптимальное управление процессами нефтегазопереработки» используются следующие образовательные технологии:

- изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа, лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция с заранее запланированными ошибками, лекция- пресс-конференция, мини-лекция);
- системы дистанционного обучения;