


УТВЕРЖДАЮ
Директор ИПР
А. Ю. Дмитриев
«23» 06 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ХИМИЧЕСКИХ И МАССОБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

НАПРАВЛЕНИЕ ООП 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в
химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

СПЕЦИАЛИЗАЦИИ ПОДГОТОВКИ:

Процессы и аппараты химической технологии;

КВАЛИФИКАЦИЯ магистр

БАЗОВЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРИЕМА 2015 г.

КУРС 2 СЕМЕСТР 3

КОЛИЧЕСТВО КРЕДИТОВ 6

ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ВРЕМЕННОЙ РЕСУРС:

Лекции 16 час.

Практические занятия 16

Лабораторные занятия 32 час.

АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ 64 час.

Курсовая работа в семестре

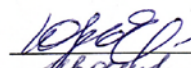
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА 152 час.

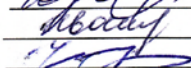
ИТОГО 216 час.

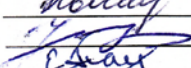
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

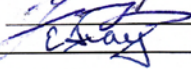
ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ Экзамен

ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ кафедра ХТТ и ХК

ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ  Е.М. Юрьев

РУКОВОДИТЕЛЬ ООП  Е.Н.Ивашкина

ПРЕПОДАВАТЕЛВ  Н.В.Ушева

 Е.В.Попок

2015 г.

1. Цели освоения дисциплины
Цели дисциплины и их соответствие целям ООП

Код цели	Цели освоения дисциплины «Математическое моделирование многокомпонентных химических и массообменных процессов»	Цели ООП
Ц1	Формирование углубленных знаний физико-химической сущности процессов и методологии построения математических моделей при проведении научных исследований, с последующим анализом результатов	Подготовка выпускников к научным исследованиям для решения задач, связанных с разработкой новых методов создания процессов, материалов и оборудования, обеспечивающих энерго-и ресурсосбережение, экологическую безопасность технологии, к активному участию в инновационной деятельности
Ц2	Формирование способности выполнять расчеты сложных многокомпонентных и массообменных процессов с использованием математических моделей, моделирующих систем и современных прикладных программ	Подготовка выпускников к производственно-технологической и инжиниринговой деятельности в области энерго-и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, обеспечивающей внедрение и эксплуатацию новых наукоемких разработок в технологию природных энергоносителей, конкурентоспособных на мировом рынке.
Ц3	Применять математическое моделирование при анализе и оценке эффективности сложных многокомпонентных химических процессов.	Подготовка выпускников к проектной деятельности в области энерго-и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Согласно ФГОС и ООП «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» дисциплина «Математическое моделирование многокомпонентных химических и массообменных процессов» относится к специальному модулю.

Код дисциплины ООП	Наименование дисциплины	Кредиты	Форма контроля
Модуль М1.В.1			
М1.В1.2.1	Математическое моделирование многокомпонентных химических и массообменных процессов	6	экзамен

До освоения дисциплины «Математическое моделирование многокомпонентных химических и массообменных процессов» должны быть изучены следующие дисциплины (пререквизиты):

Код дисциплины ООП	Наименование дисциплины	Кредиты	Форма контроля
<i>пререквизиты</i>			
Модуль М.1			
М1.Б4	Дополнительные главы математики	3	зачет
Модуль М.2			
М2.Б3	Моделирование технологических и природных систем	3	экзамен

При изучении указанных дисциплин (пререквизитов) формируются «входные» знания, умения, опыт и компетенции, необходимые для успешного освоения дисциплины «Математическое моделирование многокомпонентных химических и массообменных процессов».

В результате освоения дисциплин (пререквизитов) студент должен:

Знать:

- основные понятия и методы математического анализа, теории дифференциальных уравнений;
- технические и программные средства реализации информационных технологий, типовые численные методы решения математических задач и алгоритмы их реализации;
- основные уравнения химической термодинамики; уравнения формальной кинетики, кинетики гомогенного, гетерогенного катализа;
- основы теории переноса тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории тепло- и массопередачи, типовые процессы и аппараты химической технологии;

Уметь:

- решать основные системы дифференциальных уравнений;
- работать в качестве пользователя персонального компьютера, использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач;
- определять характер движения жидкостей и газов; характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры, выбирать аппаратуру для конкретного

химико-технологического процесса;

Владеть

- методами построения математической модели типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов;
- навыками проектирования аппаратов химической и нефтехимической промышленности;
- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования

Кроме того, для успешного освоения дисциплины «Математическое моделирование многокомпонентных химических и массообменных процессов» параллельно должны изучаться дисциплины (коррективы):

Код дисциплины ООП	Наименование дисциплины	Кредиты	Форма контроля
<i>коррективы</i>			
Модуль М.1В.1			
М1.В1.1.1	Технология переработки нефти, природного и попутного газов	3	зачет
М1.В1.4.1	Технологическое проектирование и типовое оборудование процессов переработки природных энергоносителей	6	Экзамен, диф.зачет, КР

3. Результаты освоения дисциплины

Результаты освоения дисциплины получены путем декомпозиции результатов обучения (Р1, Р3), сформулированных в основной образовательной программе 240100 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», для достижения которых необходимо, в том числе, изучение дисциплины «Математическое моделирование многокомпонентных химических и массообменных процессов».

Планируемые результаты обучения согласно ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
Р1	Применять глубокие, математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания в области энерго-и ресурсосберегающих процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии в профессиональной деятельности
Р3	Разрабатывать новые технологические процессы на основе математического моделирования, проектировать и использовать энерго-и ресурсосберегающее оборудование химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Планируемые результаты освоения дисциплины «Математическое моделирование МХМП»

№ п/п	Результат
РД1	Освоить методологию построения математических моделей сложных многокомпонентных химических процессов
РД2	Самостоятельно выполнять компьютерные расчеты при моделировании, проектировании и оптимизации объектов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
РД3	Применять численные методы и компьютерные технологии при решении инженерных задач
РД4	Освоить методологию анализа результатов моделирования, формирования и прогнозирования функционирования производственного объекта в реальных условиях

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- методологию и принципы построения математических моделей многокомпонентных химических и массообменных процессов;
- методы оценки кинетических параметров многокомпонентных химических процессов;
- методы анализа ресурсоэффективности химико-технологических и нефтехимических процессов

Уметь:

- применять методы вычислительной математики для решения конкретных задач расчета, проектирования, моделирования, идентификации и оптимизации процессов химической и нефтехимической технологии

Владеть:

- пакетами прикладных программ для моделирования энерго- и ресурсосберегающих процессов;
- методами разработки математического описания многокомпонентных химических и массообменных процессов.

В процессе освоения дисциплины у студентов развиваются следующие компетенции:

готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4);

готовностью разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку (ПК-6);

готовностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-3);

готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Аннотированное содержание разделов дисциплины.

Модуль 1

Роль математического моделирования в разработке и совершенствовании современных химических производств. История развития моделирования сложных химических процессов. Основные подходы и принципы построения математического описания многокомпонентных процессов: технологический, групповой, индивидуальный, комбинированный.

Методы построения кинетических моделей сложных химических реакций

Основные принципы построения кинетических моделей. Построение кинетических моделей стационарных реакций. Определение базиса стехиометрических уравнений. Методы определения уравнений скоростей химических реакций по маршрутам. Анализ механизмов сложных химических реакций. Кинетика многостадийных реакций. Форма кинетических уравнений.

Методы сокращения размерности математического описания: математическое агрегирование, упорядочивание системы по физико-химическим признакам. Агрегирование по характеристикам связей в молекулах, по термодинамическим параметрам, по кинетическим данным.

Агрегирование механизмов сложных химических реакций с использованием элементов лампинг – анализа. Анализ детального механизма и формирование совокупности реакций. Выбор и обоснование формы кинетических уравнений. Иерархическая структура построения математического описания многокомпонентных процессов.

Методы прикладной термодинамики при математическом моделировании химических процессов. Применение термодинамических методов при решении кинетических задач и

расчете химических реакторов. Расчет равновесных составов на примере процесса изомеризации углеводов.

Методы идентификации кинетических параметров многокомпонентных химических процессов. Методы расчёта кинетических констант, основанные на использовании экспериментальных данных. Оценка кинетических параметров многокомпонентных процессов в случае постоянства сохранения формы кинетического уравнения. Методы упорядочивания и закономерного изменения физико-химических свойств при оценке кинетических параметров. Автоматизированные методики оценки кинетических параметров многокомпонентных систем.

Модуль 2

Моделирование нефтехимических процессов.

Моделирование процесса циклизации лёгких алканов. Перспективы развития процесса. Превращение низших алканов на оксидных и металлооксидных катализаторах. Механизм и кинетика превращения лёгких алканов на цеолитных катализаторах. Особенности технологии. Построение кинетического описания. Разработка математической модели каталитического химического реактора.

Моделирование процесса гидрирования оксида углерода. Обоснование и выбор формы кинетических уравнений. Выбор типа реактора и разработка его математического описания. Исследование влияния параметров на выход целевых продуктов синтеза. Технология производства органических продуктов на основе синтез-газа.

Модуль 3

Моделирование процессов первичной подготовки нефти, газа и газового конденсата.

Сбор и подготовка нефти на промысле. Основные понятия и определения. Технологическая схема, система сбора и подготовки нефти и газа.

Сепарация. Ступени сепарации. Типы сепараторов, горизонтальные и вертикальные сепараторы. Основные секции в сепарационных аппаратах. Процессы сепарации. Расчет процесса сепарации с учетом коэффициентов эффективности. Пропускная способность сепаратора по нефти и газу. Методы расчета пропускной способности аппарата. Газовый фактор.

Основы процессов каплеобразования. Эффективность внутритрубной деэмульсации. Расчет диаметра капель. Гидродинамические каплеобразователи. Конструкции, основные параметры.

Процессы отстаивания при промысловой подготовке нефти. Конструкции отстойной аппаратуры. Расчет скорости осаждения и остаточной обводненности. Подбор наиболее эффективных деэмульгаторов. Исследование сравнительной эффективности деэмульгаторов.

Модуль 4

Моделирование процессов первичной подготовки нефти

Технологические основы промысловой подготовки нефти. Унифицированные схемы промысловой подготовки нефти. Технология промысловой подготовки нефти месторождений Западной Сибири. Применение комплексных технологий, совмещенного и блочного оборудования при промысловой подготовке нефти.

Моделирование процессов первичной подготовки нефти. Технологические схемы установок комплексной подготовки газов. Критерии качества при промысловой подготовке газа. Классификация продукции газовой промышленности. Требования к качеству товарной продукции газовой промышленности. Моделирование процессов деэтанзации и стабилизации газового конденсата.

Математическое моделирование и разработка технологических моделирующих систем процессов подготовки нефти и газа

4.2 СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА

Перечень лабораторных работ (32 часа)

1. Моделирование кинетики процесса циклизации легких алканов;

2. Моделирование процесса циклизации легких алканов на цеолитных катализаторах;
3. Моделирование процессов промышленной подготовки газа и газового конденсата;
3. Моделирование процессов промышленной подготовки нефти:

Тематика творческих заданий:

Разработка математических моделей, исследование физико-химических закономерностей и влияния технологических параметров для следующих многокомпонентных химических и массообменных процессов:

- циклизации лёгких алканов;
- синтезов из CO и H₂
- каталитического риформинга;
- изомеризации;
- каталитического крекинга.
- сепарации нефти, газа и газовых конденсатов
- каплеобразования
- отстаивания
- стабилизации нефти и газа
- первичной подготовки нефти
- первичной подготовки газа

При проведении исследований применяются технологические моделирующие системы нефтехимических процессов и процессов подготовки нефти и газа, разработанные на кафедре химической технологии топлива и химической кибернетики, а также моделирующие системы HYSYS, PRO-2 и др..

4.2 Структура дисциплины

Структура дисциплины «Моделирование МХП» по разделам и видам учебной деятельности с указанием временного ресурса в часах представлена в табл.1.

Таблица 1

*Структура дисциплины
по разделам и формам организации обучения*

Название раздела	Аудиторная работа (час)			СРС (час)	Итого (час)
	Лекции	Практ. занятия	Лабор. занятия		
3 семестр					
1. История развития моделирования сложных химических процессов. Основные подходы и принципы построения математических моделей. Агрегирование механизмов химических реакций	2	2	4	12	20
2. Методы построения кинетических моделей сложных химических реакций. Выбор и обоснование формы кинетических уравнений. Кинетика многостадийных реакций.	2	2	4	20	28
3. Методы идентификации кинетических параметров многокомпонентных химических процессов	2	2	4	20	28
4. Моделирование нефтехимических процессов	2	2	4	20	28
5. Моделирование процесса циклизации лёгких алканов	2	2	4	20	28

6. Моделирование процесса гидрирования оксида углерода	2	2	4	20	28
7. Моделирование массообменных процессов первичной подготовки нефти, газа и газового конденсата. Теоретические основы расчета процессов сепарации, каплеобразования и отстаивания	2	2	4	20	28
8. Моделирование процессов подготовки нефти, газа и газового конденсата	2	2	4	20	28
Итого	16	16	32	152	216

5. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине «Математическое моделирование МХМП» используются различные образовательные технологии:

1. *Информационно-развивающие технологии*, направленные на формирование системы знаний, запоминание и свободное оперирование ими.

Используется лекционно-семинарский метод, самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.

2. *Личностно-ориентированные технологии обучения*, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента при защите лабораторных работ, при выполнении домашних индивидуальных заданий, подготовке индивидуальных отчетов по лабораторным работам, решении задач повышенной сложности, на консультациях.

Для целенаправленного и эффективного формирования запланированных компетенций у обучающихся, выбраны следующие сочетания форм организации учебного процесса и методов активизации образовательной деятельности, представленные в табл. 2.

Таблица 2

Методы и формы организации обучения (ФОО)

Методы	ФОО				
	Лекции	Лаб. раб.		Сем., колл.	СРС
IT-методы	+	+			
Работа в команде		+			+
Case-study					
Методы проблемного обучения		+			+
Обучение на основе опыта		+			
Опережающая самостоятельная работа		+		+	
Проектный метод					
Поисковый метод	+				+
Исследовательский метод		+			

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1а Текущая самостоятельная работа (СРС)

Текущая самостоятельная работа по дисциплине «Математическое моделирование МХМП», направленная на углубление и закрепление знаний студента, на развитие практических умений, включает в себя следующие виды работ:

Она составляет 152 часа и включает следующие разделы:

1. Текущая проработка теоретического материала и материала для самостоятельной аудиторной работы;
2. Проработка методических указаний для выполнения лабораторных работ;
3. Подготовка к самостоятельным и контрольным работам;
4. Изучение физико–химических закономерностей, технологии и математических моделей нефтехимических и массообменных процессов;
5. Выполнение индивидуальных домашних заданий.
6. Демонстрация достигнутых результатов обучения в период конференц-недель.
7. Выполнение курсовой работы.

6.1б. Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР)

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа по дисциплине «Математическое моделирование МХМП», направленная на развитие интеллектуальных умений, общекультурных и профессиональных компетенций, развитие творческого мышления у студентов, включает в себя следующие виды работ по основным проблемам курса:

- поиск, анализ, структурирование информации;
- выполнение расчетных работ, обработка и анализ данных;
- анализ научных публикаций по определенной преподавателем теме.

6.2. Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине

Темы индивидуальных домашних заданий

№ п/п	Тема
1	Составление моделей кинетики гетерогенных химических реакций
2	Кинетика и механизм синтеза Фишера- Тропша на бифункциональных катализаторах
3	Современные технологии синтеза Фишера- Тропша
4.	Реакторы для проведения экзотермических каталитических процессов
5.	Кинетика и механизм реакций изомеризации углеводородов
6	Моделирование процесса изомеризации углеводородов
7	Сравнительный анализ технологий подготовки газа
8	Особенности технологии подготовки газового конденсата
9	Перспективные направления в технологии подготовки нефти
10	Методы повышения эффективности процессов отделения воды при подготовке нефти
11	Методы предотвращения процессов гидратообразования
12	Технология превращения лёгких алканов на цеолитных катализаторах
13	Методы оценки кинетических параметров гетерогенных химических реакций
14	Кинетика и механизм процесса каталитического крекинга
15	Моделирование процесса каталитического крекинга
16	Применение методов агрегирования при построении математических моделей
17	Кинетика и механизм синтеза метанола
18	Моделирование процесса синтеза метанола
19	Современные технологии синтеза метанола
20	Технология синтеза диметилового эфира
21	Кинетика и механизм синтеза диметилового эфира

6.4. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателя.

Самоконтроль зависит от определенных качеств личности, ответственности за результаты своего обучения, заинтересованности в положительной оценке своего труда, материальных и моральных стимулов, от того насколько обучаемый мотивирован в достижении наилучших результатов. Задача преподавателя состоит в том, чтобы создать условия для выполнения самостоятельной работы (учебно-методическое обеспечение), правильно использовать различные стимулы для реализации этой работы (рейтинговая система), повышать её значимость, и грамотно осуществлять контроль самостоятельной деятельности студента (фонд оценочных средств).

Контроль за текущей СРС осуществляется на лабораторных занятиях во время защиты лабораторной работы.

Контроль за проработкой лекционного материала и самостоятельного изучения отдельных тем осуществляется во время рубежного контроля (контрольные работы) и также во время защиты лабораторных работ.

Проведение конференц-недель (две недели в семестре в соответствии с линейным графиком учебного процесса) позволяет повысить результативность и качество самостоятельной деятельности студентов, а также научной и проектной работы по освоению ООП.

6.5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Для организации самостоятельной работы студентов (выполнения индивидуальных домашних заданий; самостоятельной проработки теоретического материала, подготовки по лекционному материалу; подготовки к лабораторным занятиям, контрольным работам) преподавателями кафедры разработаны следующие учебно-методические пособия и указания:

1. Кравцов А.В., Ушева Н.В., Мойзес О.Е., Фёдоров А.Ф. Математическое моделирование многокомпонентных химических процессов.- Томск: ТПУ, 2010. – 108 с.
2. Кравцов А.В., Ушева Н.В., Бешагина Е.В., Мойзес О.Е. Кузьменко Е.А., Гавриков А.А. Технологические основы и математическое моделирование процессов подготовки нефти и газа. – Томск: ТПУ, 2010. – 128 с.

Методические указания к лабораторным работам:

1. Ушева Н.В. Моделирование кинетики процесса циклизации легких алканов.- Томск.-2013.-22с.
2. Ушева Н.В. Моделирование процесса циклизации легких алканов на цеолитных катализаторах. -Томск.-2013.-20с.
3. Ушева Н.В. Моделирование процесса синтеза Фишера-Тропша.-Томск.-2013.-18с.
4. Ушева Н.В. Моделирование процессов промышленной подготовки газа и газового конденсата.-Томск.-2013.-20с.
5. Ушева Н.В. Моделирование процессов промышленной подготовки нефти.-Томск.-2013.-20с.

Программное обеспечение и Internet-ресурсы

- 1.Ушева Н.В. Моделирующая система расчета процессов гидрирования оксида углерода.- Томск, ПЭВМ. - 2013 г.
2. Ушева Н.В. Моделирующая система расчета процесса циклизации лёгких алканов. - Томск , ПЭВМ. - 2013г.
- 3.Ушева Н.В., Мойзес О.Е., Кузьменко Е.А., Гавриков А.А. Технологическая моделирующая система расчета процессов первичной подготовки газа и газового конденсата. - Томск, ПЭВМ. - 2013г.

4. Ушева Н.В., Мойзес О.Е., Кузьменко Е.А., Гавриков А.А. Технологическая моделирующая система расчета процессов первичной подготовки нефти.– Томск , ПЭВМ .– 2013г.

5. Ушева Н.В. Математическое моделирование многокомпонентных химических и массообменных процессов. Электронная версия курса лекций. ТПУ, 2012.

6. Ушева Н.В. Математическое моделирование многокомпонентных химических и массообменных процессов. Презентация лекций.

Кроме того, для выполнения самостоятельной работы рекомендуется литература, перечень которой представлен в разделе 9.

7. СРЕДСТВА (ФОС) ТЕКУЩЕЙ И ИТОГОВОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Средства (фонд оценочных средств) оценки текущей успеваемости и промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины «Математическое моделирование ХТМП» представляют собой комплект контролирующих материалов следующих видов:

- Входной контроль. Представляет собой перечень вопросов, ответы на которые студент должен знать в результате изучения предыдущих дисциплин. Входной контроль проводится в письменном виде. Проверяются остаточные знания к текущему семестру.

- Контрольные работы состоят из теоретических вопросов и практических заданий на разработку математических моделей по основным разделам дисциплины. Проверяется степень усвоения теоретических и практических знаний, приобретенных умений на репродуктивном и продуктивном уровне.

- Экзаменационные билеты для сдачи экзамена состоят из теоретических (2 вопроса) и задачи по всем разделам, изучаемым в данном семестре.

Примеры контролирующих материалов.

Билет № 1

по дисциплине **Математическое моделирование многокомпонентных химических и массообменных процессов»**

1. Пояснить методы построения математических моделей многокомпонентных химических процессов. Сформулировать сущность «комбинированного подхода».(12 баллов)

2. Опишите процесс отстаивания нефти. Сформулируйте основные законы процессов отстаивания. Приведите примеры конструкций отстойных аппаратов.(12 баллов)

3. Разработать кинетическую модель и модель реактора многокомпонентного химического процесса крекинга n-алканов. Сырьё – n-алканы с числом атомов углерода в молекуле от C₁₀ до C₁₄; целевые компоненты – алкены C₆-C₈.(16 баллов)

Составил: доцент каф. ХТТ

Ушева Н.В.

доцент каф. ХТТ

Попок Е.В.

Утверждаю: Зав. каф. ХТТ

Юрьев Е.М.

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
Выполнение и защита лабораторных работ	РД1, РД2, РД3, РД4
Контрольная работа по теме «Методы разработки математических моделей многокомпонентных химических процессов»	РД1
Контрольная работа по теме «Промысловая подготовка нефти, газа и газового конденсата»	РД3, РД4
Командная самостоятельная работа «Моделирование процесса синтеза жидких углеводородов по методу Фишера-Тропша»	РД1, РД4
Экзамен	РД1, РД3, РД4

Разработанные контролирующие материалы позволяют оценить степень усвоения теоретических и практических знаний, приобретенные умения и владение опытом на репродуктивном уровне, когнитивные умения на продуктивном уровне, и способствуют формированию профессиональных и общекультурных компетенций студентов.

8. Рейтинг качества освоения дисциплины

В соответствии с рейтинговой системой, текущий контроль производится ежемесячно в течение семестра путем балльной оценки качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы) и результатов практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем).

Промежуточная аттестация (экзамен) проводится в конце семестра также путем балльной оценки. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра и баллов промежуточной аттестации в конце семестра по результатам экзамена. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

Для сдачи каждого задания устанавливается определенное время сдачи (в течение недели, месяца и т.п.). Задания, сданные позже этого срока, оцениваются ниже, чем это установлено в *рейтинг-плане* дисциплины.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Кравцов А.В., Ушева Н.В., Мойзес О.Е., Фёдоров А.Ф. Математическое моделирование многокомпонентных химических процессов. – Томск, 2010. – 108с.
2. Технологические основы и моделирование процессов промышленной подготовки нефти и газа: учебное пособие / А. В. Кравцов, Н.В. Ушева, Е.В. Бешагина, О.Е. Мойзес, Е.А. Кузьменко, А.А. Гавриков; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 128 с.
3. Кравцов А.В., Ивашкина Е.Н., Юрьев Е.М. Теоретические основы каталитических процессов переработки нефти и газа. Учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 144 с.

Дополнительная литература:

1. Левашова А.И., Юрьев Е.М., Химия природных энергоносителей и углеродных материалов. Примеры и задачи. – Томск, 2013. – 90с.
2. Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие для вузов / А. М. Гумеров [и др.]. — Москва: КолосС, 2008. — 159 с.: ил.: 21 см.. — Для высшей школы. — Библиогр.: с. 159.. — ISBN 978-5-9532-0631-0 ((в пер.)).
3. Чистякова, Тамара Балабековна Математическое моделирование химико-технологических объектов с распределенными параметрами : учебное пособие для вузов / Т. Б. Чистякова, А. Н. Полосин, Л. В. Гольцева; Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Технический университет) (СПбГТИ(ТУ)), Кафедра систем автоматизированного проектирования и управления. — СПб.: Профессия, 2010. — 240 с.: ил.. — Библиогр.: с. 107-109.. — ISBN 978-5-91884-015-3.
4. Рудобашта, С. П., Карташов, Э. М. Диффузия в химико-технологических процессах : учеб. пособие для вузов по направлениям подготовки в области техники и технологии / С. П. Рудобашта, Э. М. Карташов. - 2-е изд. перераб. и доп. - М. : КолосС, 2010. - 478 с.
5. Закгейм, А. Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов: учеб. Пособие / А. Ю. Закгейм. — Москва: Логос, 2012. — 304 с.. — Доступ только с авторизованных компьютеров.. — ISBN 978-5-98704-497-1.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Аудитория, количество установок
1	Компьютерный класс (10 шт.)	16 б корпус, 224 ауд.
2	Компьютерный класс (10 шт.)	2 корпус, 135 ауд.

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению и специализации подготовки____241000«Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Программа одобрена на заседании каф.ХТТ и ХК

(протокол №____ от « ____ » _____ 2014 г.)

Автор Ушева Н.В. _____

Рецензент _____

Календарный рейтинг-план изучения дисциплины

ОЦЕНКИ			КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН изучения дисциплины «Математическое моделирование многокомпонентных химических и массообменных процессов» для студентов групп(ы) 2КМ41 ИПР ООП 241000 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии первый семестр 2015/2016 учебного года Лектор: Ушева Наталья Викторовна	Лекции, ч	16
«Отлично»	A+	96–100 баллов		Практ. занятия, ч	16
	A	90–95 баллов		Лаб. Занятия, ч	32
«Хорошо»	B+	80–89 баллов		Всего ауд. работа, ч	48
	B	70–79 баллов		СРС, ч	152
«Удовл.»	C+	65–69 баллов		ИТОГО, часов/кредитов	216
	C	55–64 баллов		Итог. контроль	Диф. Зачет
Зачтено	D	больше или равно 55 баллов			
Неудовлетворительно / незачет	F	менее 55 баллов			

Результаты обучения по дисциплине:

РД1	Освоить методологию построения математических моделей сложных многокомпонентных химических процессов
РД2	Самостоятельно выполнять компьютерные расчеты при моделировании, проектировании и оптимизации объектов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
РД3	Применять численные методы и компьютерные технологии при решении инженерных задач
РД4	Освоить методологию анализа результатов моделирования, формирования и прогнозирования функционирования производственного объекта в реальных условиях

Оценивающие мероприятия	Кол-во	Баллы
Реферат		
Выступление		
Защита отчета по лабораторной работе	4	36
Контрольная работа	1	8
Защита ИДЗ	1	16
Коллоквиум		
ИТОГО		60

Неделя	Дата начала недели	Результат обучения по дисциплине	Вид учебной деятельности по разделам	Кол-во часов		Оценивающие мероприятия								Кол-во баллов	Технология проведения занятия (ДОТ)*	Информационное обеспечение		
				Ауд.	Сам.	Реферат	Выступление	Защита проекта	Контр. раб.	Защита ИДЗ	Коллоквиум	...	Учебная литература			Интернет-ресурсы	Видеоресурсы	
			Раздел 1. Основные подходы и принципы построения математического описания многокомпонентных процессов: технологический, групповой, индивидуальный, комбинированный.															
1		РД1 РД2 РД4	Лекция 1. История развития моделирования сложных химических процессов. Основные подходы и принципы построения математических моделей. Агрегирование механизмов химических реакций	2														
1			Практика 1. Семинар на тему «Методы идентификации кинетических параметров многокомпонентных химических процессов»	2														
2			Лекция 2. Методы построения кинетических моделей сложных химических реакций. Выбор и обоснование формы кинетических уравнений. Кинетика многостадийных реакций.	2														
2			Практика 2. Семинар на тему «Методы агрегирования механизмов химических реакций»	2														
1-2			Лабораторная работа 1. Моделирование кинетики процесса циклизации легких алканов	8			9						9					
			СРС		24													
			Раздел 2. Моделирование нефтехимических процессов.															
3		РД1 РД2 РД3	Лекция 3. Методы идентификации кинетических параметров многокомпонентных химических процессов	2														
3			Практика 3. Деловая игра «Построения кинетических моделей сложных химических реакций»	2														
4			Лекция 4. Моделирование нефтехимических процессов	2														
4			Практика 4. Деловая игра «Построения кинетических моделей сложных химических реакций»	2														
3-4			Лабораторная работа 2. Моделирование процесса циклизации легких алканов на цеолитных катализаторах	8			9						9					
			СРС		24													
			Индивидуальное домашнее задание «Моделирование многокомпонентного химического процесса»						16				16					
			Раздел 3. Моделирование процессов первичной подготовки нефти.															
5		РД1 РД2 РД3	Лекция 5. Моделирование процесса циклизации лёгких алканов	2														
5			Практика 5. Семинар на тему «Современная добыча и подготовка нефти на промысле. Шельфовые технологии	2				8					8					

6			Лекция 6. Моделирование процесса гидрирования оксида углерода	2															
6			Практика 5. Контрольная работа	2															
5-6			Лабораторная работа 3. Моделирование процессов промысловой подготовки газа и газового конденсата	8				9						9					
			СРС		24														
			Раздел 4. Моделирование процессов первичной подготовки нефти, газа и газового конденсата																
7		РД1 РД2 РД3	Лекция 7. Моделирование массообменных процессов первичной подготовки нефти, газа и газового конденсата. Теоретические основы расчета процессов сепарации, каплеобразования и отстаивания	2															
7			Практика 7. Семинар на тему «Оборудование нефтедобывающего промысла».	2															
8			Лекция 8. Моделирование процессов подготовки нефти, газа и газового конденсата	2															
8			Практика 8. Деловая игра «Разработка поточной схемы современного нефтедобывающего промысла	2															
7-8			Лабораторная работа 4. Моделирование процессов промысловой подготовки нефти	8				9						9					
			СРС		24														
			Консультационное занятие																
			Конференц-неделя																
			Всего по контрольной точке											60					
			Экзамен											40					
			Общий объем работы по дисциплине											100					

* заполняется только в тех случаях, когда обучение осуществляется с использованием дистанционных образовательных технологий (ДОТ)

Информационное обеспечение:

№ (код)	Основная учебная литература (ОСН)
ОСН 1	Кравцов А.В., Ушева Н.В., Мойзес О.Е., Фёдоров А.Ф. Математическое моделирование многокомпонентных химических процессов.– Томск, 2010.–108с.
ОСН 2	Технологические основы и моделирование процессов промысловой подготовки нефти и газа: учебное пособие / А. В. Кравцов, Н.В. Ушева, Е.В. Бешагина, О.Е. Мойзес, Е.А. Кузьменко, А.А. Гавриков; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 128 с.
ОСН 3	Кравцов А.В., Ивашкина Е.Н., Юрьев Е.М.

№ (код)	Название интернет-ресурса (ИР)	Адрес ресурса
ИР 1	Ушева Н.В. Математическое моделирование многокомпонентных химических и массообменных процессов. Электронная версия курса лекций. ТПУ, 2013.	http://portal.tpu.ru/SHARED/u/USHEVA/Ucheba
ИР 2	Ушева Н.В. Математическое моделирование многокомпонентных химических и массообменных процессов. Презентация лекций.	http://portal.tpu.ru/SHARED/u/USHEVA/Ucheba
ИР 3		

	Теоретические основы каталитических процессов переработки нефти и газа. Учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 144 с.
№ (код)	Дополнительная учебная литература (ДОП)
ДОП 1	Левашова А.И., Юрьев Е.М., Химия природных энергоносителей и углеродных материалов. Примеры и задачи.–Томск, 2013.–90с.
ДОП 2	Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие для вузов / А. М. Гумеров [и др.]. — Москва: КолосС, 2008. — 159 с.: ил.: 21 см.. — Для высшей школы. — Библиогр.: с. 159.. — ISBN 978-5-9532-0631-0 ((в пер.)).
ДОП 3	Чистякова, Тамара Балабековна Математическое моделирование химико-технологических объектов с распределенными параметрами : учебное пособие для вузов / Т. Б. Чистякова, А. Н. Полосин, Л. В. Гольцева; Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Технический университет) (СПбГТИ(ТУ)), Кафедра систем автоматизированного проектирования и управления. — СПб.: Профессия, 2010. — 240 с.: ил.. — Библиогр.: с. 107-109.. — ISBN 978-5-91884-015-3.
ДОП 4	Рудобашта, С. П., Карташов, Э. М. Диффузия в химико-технологических процессах : учеб. пособие для вузов по направлениям подготовки в области техники и технологии / С. П. Рудобашта, Э. М. Карташов. - 2-е изд. перераб. и доп. - М. : КолосС, 2010. - 478 с.
ДОП 5	Закгейм, А. Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов: учеб. Пособие / А. Ю. Закгейм. — Москва: Логос, 2012. — 304 с.. — Доступ только с авторизованных компьютеров.. — ISBN 978-5-98704-497-1

№ (код)	Видеоресурсы (ВР)	Адрес ресурса
ВР 1		
ВР 2		