

УТВЕРЖДАЮ
Проректор-директор ИПР
А.Ю. Дмитриев
« 7 » / 09 2012 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

НАПРАВЛЕНИЕ ООП _____ 241000 Энерго- и ресурсосберегающие процессы химической технологии нефтехимии и биотехнологии _____

ПРОФИЛИ ПОДГОТОВКИ:

Основные процессы химических производств и химическая кибернетика _____

КВАЛИФИКАЦИЯ _____ бакалавр _____

БАЗОВЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРИЕМА _____ 2012 _____ г.

КУРС 4 _____ СЕМЕСТР 7 _____

КОЛИЧЕСТВО КРЕДИТОВ 6 (5/4) _____

ПРЕРЕКВИЗИТЫ МЕЦ.Б1.,МЕЦ.Б3.,МЕЦ.В1.0., ПЦ.Б.3.0, ПЦ.Б.4.0, ПЦ.В.10.0

КОРЕКВИЗИТЫ ПЦ.В.1.3, ПЦ.В.1.4 _____

ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ВРЕМЕННОЙ РЕСУРС:

Лекции _____ 24 _____ час.

Практические занятия _____

Лабораторные занятия _____ 40 _____ час.

АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ 64 _____ час.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА 48 _____ час.

ИТОГО 112 _____ час.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ _____ очная _____

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ экзамен (7)

ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ кафедра ХТТ и ХК

ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ Юрьев - Е.М. Юрьев

РУКОВОДИТЕЛЬ ООП _____ Н.В. Ушева

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ _____ Н. В. Ушева

2012 г.

1. Цели освоения дисциплины

Цели дисциплины и их соответствие целям ООП

Код цели	Цели освоения дисциплины «Математическое моделирование химико-технологических процессов»	Цели ООП
1	Применять математическое моделирование при анализе, оптимизации и оценке ресурсоэффективности химико-технологических процессов.	Подготовка выпускников к производственно-технологической деятельности в области энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, конкурентоспособных на мировом рынке.
2	Формирование способности выполнять расчеты химико-технологических процессов с использованием математических моделей, моделирующих систем и современных прикладных программ	Подготовка выпускников к проектной деятельности в области энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.
3	Применение знаний физико-химической сущности процессов и методологии математического моделирования, при проведении научных исследований.	Подготовка выпускников к научным исследованиям для решения задач, связанных с разработкой новых методов создания процессов, материалов и оборудования, обеспечивающих энерго-ресурсосбережение, экологическую безопасность технологи.
5	Формирование навыков самостоятельного проведения теоретических и экспериментальных исследований с использованием современных компьютерных технологий	Подготовка выпускников к <i>самообучению</i> и непрерывному профессиональному самосовершенствованию

2. Место дисциплины в структуре ООП

Согласно ФГОС и ООП «Энерго- и ресурсосберегающие процессы химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» дисциплина «Математическое моделирование химико-технологических процессов» является базовой дисциплиной и относится к технологическому модулю.

Код дисциплины ООП	Наименование дисциплины	Кредиты	Форма контроля
Модуль Б.Б. 2.1 (технологический)			
<i>Вариативная часть</i>			
ПЦ.В.1.2.0	Математическое моделирование ХТП	6	экзамен

До освоения дисциплины «Математическое моделирование химико-технологических процессов» должны быть изучены следующие дисциплины (пререквизиты):

Код дисциплины ООП	Наименование дисциплины	Кредиты	Форма контроля
<i>пререквизиты</i>			
Модуль Б. Б.2. 1 (математический)			
МЕЦ.Б1.0	Математика	17	экзамен
МЕЦ. Б3.0	Информатика	4	экзамен
Модуль Б. Б.2. 3 (химический)			
МЕЦ. Б.6.0	Физическая химия	8	экзамен
Модуль Б.3.2 (технологический)			
ПЦ.Б4.0	Процессы и аппараты химической технологии	14	Дифф. Зачет,Экзамен
<i>кореквизиты</i>			
ПЦ.В.1.4.0	Переработка нефти и газа	8	Экзамен
ПЦ.В.1.3.0	Методы кибернетики ХТП	4	Экзамен

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

В результате освоения дисциплин (пререквизитов) студент должен:

Знать:

- основные понятия и методы математического анализа, теории дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики;
- технические и программные средства реализации информационных технологий, основы работы в локальных и глобальных сетях, типовые численные методы решения математических задач и алгоритмы их реализации, один из языков программирования высокого уровня;
- основные уравнения химической термодинамики; уравнения формальной кинетики;
- 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 задачи теории вероятности и математической статистики, решать уравнения и 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;
- составлять кинетические уравнения ;
- 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;
- методами поиска и обмена информацией в компьютерных сетях, техническими и программными средствами защиты информации, включая приемы антивирусной защиты;
- навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций, констант равновесия химических реакций; давления насыщенного пара над индивидуальным веществом, состава сосуществующих фаз в двухкомпонентных системах;
- навыками проектирования простейших аппаратов химической

промышленности;

- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования

3. Результаты освоения дисциплины

Результаты освоения дисциплины получены путем декомпозиции результатов обучения (Р3, Р5), сформулированных в основной образовательной программе 241000 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», для достижения которых необходимо, в том числе, изучение дисциплины «Математическое моделирование ХТП».

Планируемые результаты обучения согласно ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Результат	
Р3	Ставить и решать задачи производственного анализа, связанные с созданием и переработкой материалов с использованием моделирования объектов и процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Р5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области энерго-и ресурсосберегающих процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Планируемые результаты освоения дисциплины «Моделирование ХТП»

№ п/п	Результат
1.	Освоить методологию построения математических моделей основанных на физико- химической сущности процессов химической технологии
2.	Самостоятельно выполнять компьютерные расчеты при моделировании, проектировании и оптимизации объектов химической технологии
3.	Применять численные методы и компьютерные технологии при решении инженерных задач
4.	Освоить методологию анализа результатов моделирования, формирования и прогнозирования функционирования производственного объекта в реальных условиях

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- Методы математического моделирования процессов химической технологии,
- Основные модели структуры потоков, теплообменных и массообменных процессов;
- Методы идентификации параметров модели и установления адекватности модели;
- Методы построения кинетических моделей гетерогенных химических реакций;
- Методы построения математических моделей гетерогенных химических реакторов;
-

Уметь:

- использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач;

- Осуществлять идентификацию параметров математической модели, моделирование и оптимизацию процессов химической технологии и нефтехимии;
- Производить выбор аппарата и рассчитывать технологические параметры процесса с учетом задач энерго- и ресурсосбережения.

Владеть

- методами построения математических моделей процессов химической технологии и интерпретации полученных результатов;
- методами поиска и обмена информацией в компьютерных сетях, пакетами прикладных программ для моделирования химико-технологических процессов;
- методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах;
- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.

В результате освоения дисциплины выпускник обладает следующими профессиональными и общекультурными компетенциями:

Профессиональные компетенции:

использованием основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-1);

владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, наличием навыков работы с компьютером как средством управления информацией (ПК-4);

способностью работать с информацией в глобальных компьютерных сетях (ПК-5);

способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду (ПК-8);

готовностью обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду (ПК-11);

готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-19);

способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе (ПК-20);

способностью планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-21);

способностью моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (ПК-22);

Общекультурные компетенции:

умением логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь (ОК-2);

стремлением к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства (ОК-7).

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Аннотированное содержание разделов дисциплины.

Роль кибернетики в химической технологии. Математическое моделирование как современный метод анализа и синтеза химико-технологических процессов (ХТП). Роль отечественных учёных в развитии методологии системного анализа. Математическое моделирование – перспективное направление совершенствования химико-технологических процессов Основные понятия и определения.

Методологические основы построения математических моделей процессов химической технологии

Системы и процессы. Системный анализ. Роль моделей и моделирования в познании. Метод физического моделирования, области применения. Математическое моделирование. Сущность и цели математического моделирования объектов химической технологии. Два подхода к составлению математических моделей процесса : детерминированный и стохастический, их возможность и сфера использования. Алгоритмизация математических моделей. Проверка адекватности моделей. Оценка адекватности моделей с помощью статистических критериев.

Кинетические модели гомогенных химических реакций

Стехиометрический анализ, механизмы реакций. Экспериментальные методы исследования кинетики химических реакций в проточных реакторах идеального вытеснения и идеального перемешивания. Кинетические модели гомогенных химических реакций. Методы численной реализации.

Методы идентификации кинетических параметров

О единственности решения обратной кинетической задачи. Линеаризация скоростей реакций при поиске констант. Масштабирование кинетических констант. Теоретические методы оценки кинетических параметров. Интегральные методы. Дифференциальные методы. Методы наименьших квадратов.

Типовые математические модели структуры потоков в аппаратах

Уравнения баланса вещества, энергии, импульса. Структура потоков - гидродинамическая основа математических моделей. Процессы переноса вещества и тепла, основные законы диффузии и массопередачи. Диффузионные модели, комбинированные гидродинамические модели. Адекватность моделей структуры потоков. Экспериментально-аналитические методы определения кривых отклика, кривые отклика типовых процессов. Методы решения уравнений.

Модели тепловых процессов

Основные уравнения тепловых процессов. Исследование процессов аналитическими и численными методами. Исследование стационарного режима работы теплообменного аппарата при постоянной температуре греющего пара. Моделирование процесса нагрева в трубчатой печи. Моделирование процессов сушки.

Моделирование гомогенных химических реакторов

Структурный анализ процессов, протекающих в реакторе, выделение микро- и макроуровней. Математические модели реакторов с учётом явлений диффузии. Уравнения теплового баланса гомогенных химических реакторов. Сравнение различных типов химических реакторов. Моделирование процесса пиролиза лёгкого углеводородного сырья.

Модели массообменных процессов

Равновесные и балансовые соотношения в процессах массопередачи. Гидродинамические основы процессов массопередачи. Механизм переноса вещества и законы диффузии, основы кинетики процесса массопередачи. Моделирование и расчет диффузионных аппаратов. Расчет процессов разделения в газовых сепараторах на основе методики однократного испарения. Физико-химические основы, принципы расчета и

модели процессов ректификации, адсорбции, абсорбции.

Модели кинетики гетерогенных химических реакций

Основные понятия химической кинетики в гетерогенном катализе. Теория абсолютных скоростей реакций и ее место в катализе. Элементы теории сложных реакций. Понятия идеального и реального адсорбированного слоя. Методы построения кинетических моделей гетерогенных химических реакций: метод Лэнгмюра, метод стационарных концентраций, метод графов.

Моделирование контактно-каталитических реакторов

Неподвижный слой катализатора, процессы переноса в слое. Конструкции химических реакторов с неподвижным слоем катализатора. Квазигомогенные модели каталитических химических процессов, модели идеального вытеснения, модели с учётом явлений переноса по радиусу контактной трубки, двухфазные гетерогенные модели. Моделирование промышленных каталитических процессов (на примере синтеза метанола).

Физико-химические основы процессов, протекающих в аппаратах с кипящим слоем катализатора. Аппаратурное оформление реакторов с кипящим слоем катализатора. Математические модели. Квазигомогенные модели, двухфазные модели.

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1. Моделирование кинетики гомогенных химических реакций (исследование температурной зависимости, сравнение численных методов) - 6 часов;
2. Моделирование гомогенных химических реакторов - 6 часов;
3. Математическое моделирование массообменных процессов - 8 часов;
4. Моделирование кинетики гетерогенных химических реакций - 6;
5. Идентификация параметров математического описания химических процессов - 6 часов;
6. Моделирование химических реакторов с неподвижным слоем катализатора (комплексная лабораторная работа с элементами научных исследований) – 8 часов;

Структура дисциплины

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

Таблица 1

4.2 Структура дисциплины по разделам и формам организации обучения

Название раздела	Аудиторная работа (час)			СРС (час)	Итого (час)
	Лекции	Практ. занятия	Лабор. занятия		
<i>7 семестр</i>					
1. Введение. <i>Методологические основы построения математических моделей процессов химической технологии</i>	2			2	4
2. Математическое					

<i>описание детерминированных ХТП Моделирование кинетики гомогенных и гетерогенных химических реакций. Методы идентификации кинетических параметров</i>	4		12	8	24
<i>3. Типовые математические модели структуры потоков в аппаратах</i>	4			8	12
<i>4. Моделирование гомогенных химических реакторов</i>	4		6	10	20
<i>5. Моделирование тепловых и массообменных процессов</i>	4		8	10	22
<i>6. моделирование гетерогенных каталитических процессов.</i>	6		14	10	30
Итого	24		40	48	112

5. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине «Математическое моделирование ХТП» 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.	Практ.	Сем.,	СРС

			занятия	колл.	
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 ХТП», направленная на углубление и закрепление знаний студента, на развитие практических умений, включает в себя следующие виды работ:

- работа с лекционным материалом;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- выполнение домашних индивидуальных заданий,
- подготовка к лабораторным работам и защитам лабораторных работ;
- подготовка к самостоятельным и контрольным работам;

Проработка лекционного материала контролируется предварительным опросом материала и выполнением самостоятельных работ по дисциплине. Подготовка к лабораторным работам контролируется проверкой и оценкой отчетов и “защитой” результатов работ.

Эффективной формой самостоятельной работы является выполнение домашних заданий с элементами научных исследований.

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

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа по дисциплине «Математическое моделирование ХТП», 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 (3 методами)
2	Составление моделей гомогенных химических реакторов. Решение с применением численных методов.
3	Разработка математических моделей тепловых процессов
4.	Разработка математических моделей массообменных процессов
5.	Составление моделей гетерогенных химических реакторов.

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 :

1. Кравцов А.В., Ушева Н.В., Кузьменко Е.А., Фёдоров А.Ф. Математическое моделирование химико-технологических процессов. Томск., 2009. – 136 с.

2. Кравцов А.В., Мойзес О.Е., Кузьменко Е.А. Баженов, Д.А.Коваль П.И., Информатика и вычислительная математика. /Учебное пособие для студентов химических специальностей технических вузов (гриф УМО), Томск: Изд. ТПУ, 2003. – 246 с.

3. О.Е. Мойзес , А.В. Кравцов, Информатика. Ч. 2. – Учебное пособие. Томск: ТПУ, – 2010. – 152 с.

Методические указания к выполнению лабораторных работ приведены в учебном пособии:

Кравцов А.В., Ушева Н.В., Кузьменко Е.А., Фёдоров А.Ф. Математическое моделирование химико-технологических процессов. Томск., 2009. – 136 с.

Программное обеспечение и Internet-ресурсы

1. Ушева Н.В. Моделирование химико-технологических процессов. Электронная версия курса лекций. ТПУ, 2012.

2. Ушева Н.В. Моделирование химико-технологических процессов. Электронная версия курса лекций. ТПУ, 2012. Презентация по дисциплине.

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

Разработаны варианты индивидуальных заданий для ИДЗ.

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 «моделирование ХТП» представляют собой комплект контролирующих материалов следующих видов:

- Входной контроль. Представляет собой перечень из 10-20 основных вопросов, ответы на которые студент должен знать в результате изучения предыдущих дисциплин (математики, физической химии, процессы и аппараты). Поставленные вопросы требуют точных и коротких ответов. Входной контроль проводится в письменном виде на первой лекции в течение 15 минут. Проверяются входные знания к текущему семестру. Контрольные работы предусматривают теоретические вопросы и практические задания на разработку математических моделей по основным разделам дисциплины. Проверяется степень усвоения теоретических и практических знаний, приобретенных умений на репродуктивном и продуктивном уровне.

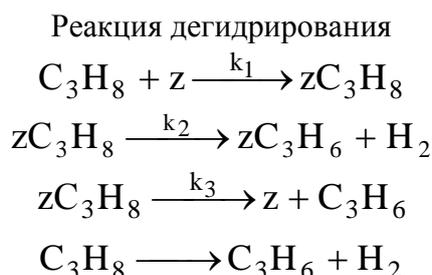
- Экзаменационные билеты для сдачи экзамена состоят из теоретических вопросов и задачи по всем разделам, изучаемым в данном семестре.

Примеры контролирующих материалов.

Самостоятельная работа №1

Вариант 1

Выразить скорость гетерогенной химической реакции методом стационарных концентраций



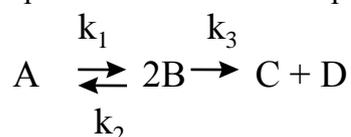
Самостоятельная работа №2

Вариант 1

1. Реакторы с неподвижным слоем катализатора. Реакторы полочного типа. Преимущества и недостатки.

2. Квазигомогенные модели реакторов с неподвижным слоем катализатора.

Составить математическую модель расчета для адиабатического реактора с учетом радиальной диффузии, в котором протекают химические реакции:



Экзаменационный билет

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Билет №

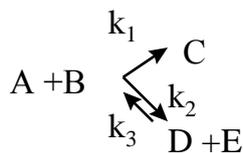
по дисциплине
институт

Математическое моделирование ХТП
ИПР

1. Поясните сущность эмпирического подхода при разработке математических моделей химико- технологических процессов. (10 баллов)
2. Поясните принципы построения квазигомогенной модели идеального смешения реактора с кипящим слоем катализатора. (15 баллов)

3 Задача.

Составить двухфазную математическую модель адиабатического реактора идеального вытеснения, в котором протекают следующие химические реакции: (15 баллов)



Составил _____ Ушева Н.В.

Утверждаю: Зав. кафедрой _____ Е.М. Юрьев

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.

3. 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:**

- Закгейм, А. Ю. Общая химическая технология: Введение в моделирование химико-технологических процессов: учеб. пособие / А. Ю. Закгейм. — Москва: Логос, 2012. — 304 с. Схема доступа:

- <http://ibooks.ru/reading.php?short=1&isbn=978-5-98704-497-1>

- Гумеров А.М., Валеев Н.Н., и др. Математическое моделирование химико-технологических процессов. Учебное пособие (Гриф УМО). М.: Колосс, 2008.-159 с.
- Кравцов А.В., Ушева Н.В., Кузьменко Е.А., Фёдоров А.Ф. Математическое моделирование химико-технологических процессов. Учебное пособие. Томск., 2009.- 135 с.
- **дополнительная литература**

- О.Е. Мойзес, А.В. Кравцов, Информатика. Ч. 2. – Учебное пособие. Томск: ТПУ, – 2010. – 152 с.
- Хрущёва И. В. Основы математической статистики и теории случайных процессов : / И. В. Хрущёва, В. И. Щербаков, Д. С. Леванова. — Москва: Лань, 2009. — 331 с. Схема доступа:

• http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=426

Швалев Ю. Б. Общая химическая технология. Промышленные химико-технологические процессы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. Б. Швалев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. Схема доступа:

• <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m228.pdf>

Швалев Ю. Б. Общая химическая технология. Химические процессы и реакторы : учебное пособие / Ю. Б. Швалев, В. В. Коробочкин; Томский политехнический университет (ТПУ), Институт дистанционного образования. — Томск: Изд-во ТПУ, 2008. — 180 с.

Программное обеспечение и Internet-ресурсы

1. Ушева Н.В. Моделирование химико-технологических процессов. Электронная версия курса лекций. ТПУ, 2012.
2. Ушева Н.В. Моделирование химико-технологических процессов. Электронная версия курса лекций. ТПУ, 2012. Презентация по дисциплине.
3. <http://library.ru>, www.chemnet.ru; <http://www.lib.tpu.ru>
4. Компьютерные моделирующие системы (КМС) разработанные на кафедре ХТТ и ХК.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Аудитория, количество установок
2	Компьютерный класс (10 шт.)	16 б корпус, 224 ауд.
3.	Компьютерный класс (10 шт.)	2 корпус, 136 ауд,

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению подготовки **241000 Энерго- и ресурсосберегающие процессы химической технологии нефтехимии и биотехнологии** _____

Программа одобрена на заседании каф. ХТТ и ХК
(протокол № _____ от « _____ » _____ 2012 г.)
Автор Ушева Н.В. _____
Рецензент _____