

2011

Рабочая программа составлена на основании _Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению (специальности): 655400 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии. (№ 220 тех/дс от 27.03.2000)

СД.Ф.5, дисциплины федерального компонента

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Технологические процессы и аппараты протокол № 5/11 от 21.06.2011

Программу разработал

доцент, к.т.н.

Заварухин Сергей Григорьевич

Заведующий кафедрой

профессор, д.т.н.

Кувшинов Геннадий Георгиевич

Ответственный за основную образовательную программу

профессор, д.т.н.

Кувшинов Геннадий Георгиевич

1. Внешние требования

Таблица 1.1

СД.01	Математическое моделирование химико-технологических процессов: методологические основы построения математических моделей процессов химической технологии; уравнения баланса вещества, энергии и импульса; структура потоков – гидродинамическая основа математических моделей; математические модели массообменных процессов – абсорбции, экстракции, ректификации, кристаллизации, тепловых процессов в теплообменниках, сушки, выпарки, реакторных процессов – жидкофазных, контактно – каталитических, суспензионных; стехиометрический анализ, механизмы реакций, кинетика, идентификация моделей; установление адекватности моделей; методы решения уравнений и анализ протекания процессов.	102
-------	--	-----

2. Особенности (принципы) построения дисциплины

Таблица 2.1

Особенности (принципы) построения дисциплины

Особенность (принцип)	Содержание
Основания для введения дисциплины в учебный план по направлению или специальности	ГОС 655400 "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии".
Адресат курса	Студенты третьего курса по специальностям 240802 "Основные процессы химических производств и химическая кибернетика"
Основная цель (цели) дисциплины	Обучение методам математического моделирования химико-технологических процессов на основе решения различных задач из курса процессов и аппаратов химической технологии
Ядро дисциплины	Основу дисциплины составляют компьютерные лабораторные работы с использованием прикладной математической программы Mathcad
Связи с другими учебными дисциплинами основной образовательной программы	Полученные навыки математического моделирования будут использоваться при выполнении заданий, лабораторных и курсовых работ в последующих дисциплинах "Процессы и аппараты химической технологии", "Расчет и конструирование оборудования химических производств", "Химические процессы и реакторы".
Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся	Знание высшей математики, процессов и аппаратов химической технологии, химической термодинамики, химических реакторов, опыт работы на компьютере, знание прикладной математической программы Mathcad
Особенности организации учебного процесса по	дисциплина состоит из лекций, компьютерных лабораторных работ и практических занятий. Каждая лабораторная работа,

дисциплине	как правило, посвящена отдельной теме и проводится в виде решения задачи, относящейся к процессам химической технологии. Задачи (задания) подобраны таким образом, чтобы студенты, с одной стороны, получали более глубокие знания по рассматриваемым процессам химической технологии, изучая их модели, а с другой стороны, осваивали различные методы математического моделирования, включая численные, и практиковались в использовании прикладной математической программы Mathcad. На практических занятиях рассматриваются более простые задачи по данной теме, допускающие аналитическое решение При выполнении лабораторных заданий студент может работать в своем темпе, выбирая различные способы решения заданий и их оформления. Выполнение лабораторных заданий проводится под контролем преподавателя. По непонятным вопросам, возникающим при выполнении задания, студенты консультируются с преподавателем индивидуально.
------------	--

3. Цели учебной дисциплины

Таблица 3.1

После изучения дисциплины студент будет

иметь представление	
1	О методах расчета и оптимизации процессов химической технологии
знать	
2	Методы расчета химического равновесия
3	Модели химических реакторов и тепломассообменных аппаратов
4	Уравнения, описывающие процессы в аппаратах различного типа
5	Методы решения уравнений с помощью программы Mathcad
уметь	
6	Рассчитывать параметры веществ при химическом равновесии
7	Рассчитывать характеристики аппаратов по исходным данным
8	Рассчитывать оптимальные режимы работы аппаратов
9	Рассчитывать химические процессы в реакторах различного типа по заданной кинетике процесса
10	Рассчитывать химические процессы с учетом дезактивации катализатора
11	Рассчитывать химические процессы с рециркуляцией потока
12	Пользоваться программой Mathcad для решения уравнений
иметь опыт (владеть)	
13	Расчета и оптимизации процессов химической технологии

4. Содержание и структура учебной дисциплины

Лекционные занятия

Таблица 4.1

(Модуль), дидактическая единица, тема	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 6		
Модуль: Расчет тепломассообменных процессов		
Дидактическая единица: Методологические основы построения математических моделей процессов химической технологии; уравнения баланса вещества, энергии и импульса		
Расчет гидродинамических характеристик центробежно-барботажного аппарата	2	1, 12, 13, 3, 4, 5, 7
Дидактическая единица: Математическое моделирование процессов химической технологии		
Расчет процесса очистки газа от пыли в циклоне	2	1, 12, 13, 3, 4, 5, 7
Математическое описание процессов разделения	2	1, 12, 13, 3, 4, 5, 7, 8
Модуль: Расчет химического равновесия		
Дидактическая единица: Химическое равновесие		
Методы расчета химического равновесия	2	1, 12, 2, 5, 6
Модуль: Расчет химических процессов в реакторах		

Дидактическая единица: Математическое моделирование процессов химической технологии		
Моделирование процесса получения нановолокнистого углерода из метана в изотермическом реакторе идеального перемешивания	2	1, 10, 12, 13, 2, 3, 4, 5, 6, 9
Дидактическая единица: Основные математические модели процессов в химических реакторах, изотермические и неизотермические процессы в химических реакторах		
Расчет химических процессов в изотермических реакторах	2	1, 12, 13, 2, 3, 4, 5, 6, 9
Расчет химических процессов в адиабатических реакторах	2	1, 12, 13, 2, 3, 4, 5, 6, 9
Расчет химических процессов с рециркуляцией потока	2	1, 11, 12, 13, 2, 3, 4, 5, 6, 9

Практические занятия

Таблица 4.2

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 6			
Модуль: Расчет тепломассообменных процессов			
Дидактическая единица: Методологические основы построения математических моделей процессов химической технологии; уравнения баланса вещества, энергии и импульса			
Расчет гидродинамических характеристик центробежно-барботажного аппарата	Решение задач	2	1, 12, 13, 3, 4, 5, 7
Дидактическая единица: Математическое моделирование процессов химической технологии			
Расчет процесса очистки газа от пыли в циклоне	Решение задач	2	1, 12, 13, 3, 4, 5, 7
Математическое описание процессов разделения	Решение задач	2	1, 12, 13, 3, 4, 5, 7, 8
Модуль: Расчет химического равновесия			
Дидактическая единица: Химическое равновесие			
Методы расчета химического равновесия	Решение задач	4	1, 12, 2, 5, 6
Модуль: Расчет химических процессов в реакторах			
Дидактическая единица: Математическое моделирование процессов химической технологии			

Моделирование процесса получения нановолокнистого углерода из метана в изотермическом реакторе идеального перемешивания	Решение задач	2	1, 10, 12, 13, 2, 3, 4, 5, 6, 9
Дидактическая единица: Основные математические модели процессов в химических реакторах, изотермические и неизотермические процессы в химических реакторах			
Расчет химических процессов в изотермических реакторах	Решение задач	2	1, 12, 13, 2, 3, 4, 5, 6, 9
Расчет химических процессов в адиабатических реакторах	Решение задач	2	1, 12, 13, 2, 3, 4, 5, 6, 9
Расчет химических процессов с рециркуляцией потока	Решение задач	2	1, 11, 12, 13, 2, 3, 4, 5, 6, 9

Лабораторная работа

Таблица 4.3

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 6			
Модуль: Расчет тепломассообменных процессов			
Дидактическая единица: Методологические основы построения математических моделей процессов химической технологии; уравнения баланса вещества, энергии и импульса			
Расчет гидродинамических характеристик центробежно-барботажного аппарата	Проведение расчетов с использованием программы Mathcad	2	1, 12, 13, 3, 4, 5, 7
Дидактическая единица: Математическое моделирование процессов химической технологии			
Расчет процесса очистки газа крекинг-установки ГК-3 от пыли в циклоне СК-ЦН-34	Проведение расчетов с использованием программы Mathcad	2	1, 12, 13, 3, 4, 5, 7
Расчет оптимального режима работы циклона при разделении дисперсного материала на два класса	Проведение расчетов с использованием программы Mathcad	2	1, 12, 13, 3, 4, 5, 7, 8
Модуль: Расчет химического равновесия			
Дидактическая единица: Химическое равновесие			
Анализ равновесной степени превращения метана для метано-	Проведение расчетов с использованием	2	1, 12, 2, 5, 6

водородной и метано-азотной смесей	программы Mathcad		
Модуль: Расчет химических процессов в реакторах			
Дидактическая единица: Математическое моделирование процессов химической технологии			
Расчет процесса получения нановолокнистого углерода из метана на катализаторе ИКУ-59-1 в изотермическом реакторе идеального перемешивания	Проведение расчетов с использованием программы Mathcad	2	1, 10, 12, 13, 2, 3, 4, 5, 6, 9
Дидактическая единица: Основные математические модели процессов в химических реакторах, изотермические и неизотермические процессы в химических реакторах			
Расчет процесса окисления SO ₂ на ванадиевом катализаторе в изотермических реакторах идеального перемешивания и вытеснения	Проведение расчетов с использованием программы Mathcad	2	1, 12, 13, 2, 3, 4, 5, 6, 9
Расчет процесса окисления SO ₂ на ванадиевом катализаторе в адиабатических реакторах идеального перемешивания и вытеснения	Проведение расчетов с использованием программы Mathcad	2	1, 12, 13, 2, 3, 4, 5, 6, 9
Расчет химического процесса $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 = 2\text{C} + 2\text{H}_2\text{O}$ с рециркуляцией потока	Проведение расчетов с использованием программы Mathcad	2	1, 11, 12, 13, 2, 3, 4, 5, 6, 9

5. Самостоятельная работа студентов

Семестр- 6, Подготовка к зачету

Изучение материала пропущенных лекций и практических занятий (8 ч).

Семестр- 6, РГЗ

Решение ргз с использованием программы Mathcad (30 ч).

Семестр- 6, Подготовка к занятиям

Повторение материала, данного на лекциях (16 ч).

6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

Вид работы	Количество	Оценка в баллах	
		min	max
Лекции	8	1	2
Практические занятия	8	2	3
Лабораторные работы	8	3	4
Расчетно-графическая работа	1	6	8
Зачет	1	16	20

За опоздание на лекцию или практическое занятие оценка снижается на 1 балл.

За активную работу на практическом занятии оценка повышается на 1 балл.

При несвоевременной сдаче лабораторной работы оценка снижается на 1 балл.

При несвоевременной сдаче расчетно-графической работы оценка снижается на 2 балла.

При несвоевременной сдаче зачета оценка снижается на 4 балла.

Допуск студента к зачету возможен только при выполненных лабораторных и расчетно-графических работах. Минимальный балл для допуска к зачету равняется 34.

Соответствие между баллами и системой ECTS приводится в таблице.

Диапазон баллов рейтинга	Оценка ECTS
97 – 100	A+
93 – 96	A
90 – 92	A–
86 – 89	B+
83 – 85	B
80 – 82	B–
76 – 79	C+
73 – 75	C
70 – 72	C–
66 – 69	D+
63 – 65	D
60 – 62	D–
50 – 59	E
25 – 49	FX
0 – 24	F

7. Список литературы

7.1 Основная литература

В печатном виде

1. Заварухин С. Г. Математическое моделирование химико-технологических процессов и аппаратов : учебное пособие / С. Г. Заварухин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2007. - 58, [1] с. : ил.
2. Гартман Т. Н. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов : [учебное пособие для вузов по специальности "Основные процессы химических производств и химическая кибернетика] / Т. Н. Гартман, Д. В. Клушин. - М., 2006. - 415 с. : ил. - Рекомендовано МО.
3. Кирьянов Д. В. Самоучитель Mathcad 13 / Дмитрий Кирьянов. - СПб., 2006. - 513 с. : ил.

В электронном виде

1. Заварухин С. Г. Математическое моделирование химико-технологических процессов и аппаратов : учебное пособие / С. Г. Заварухин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2007. - 58, [1] с. : ил. - Режим доступа:
<http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/zavar.rar>

7.2 Дополнительная литература

В печатном виде

1. Математическое моделирование и оптимизация химико-технологических процессов : практическое руководство : [учебное пособие для вузов по направлению 553000 - "Системный анализ и управление" дисциплине Системный анализ химических технологий"] / В. А. Холоднов [и др.]. - СПб., 2003. - 478 с. : ил. - Рекомендовано УМО.
2. Справочник по пыли- и золоулавливанию / [М. И. Биргер и др.] ; под общ. ред А. А. Русанова. - М., 1983. - 312 с. : ил., табл.
3. Кувшинов Г. Г. Введение в анализ химических реакторов : учебное пособие / Г. Г. Кувшинов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 118, [1] с. : ил.

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

В печатном виде

1. Прикладная математическая программа MATHCAD : методические указания по курсу "Прикладные программы в инженерных расчетах" для 2 курса механико-технического факультета по специальности 170500 и 251800 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. С. Г. Заварухин]. - Новосибирск, 2005. - 20, [2] с.

9. Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине

1. Для обратимой реакции $2\text{HCl} = \text{H}_2 + \text{Cl}_2$ при атмосферном давлении вывести формулы для расчета парциальных давлений компонент смеси от степени превращения HCl , если исходная смесь содержит только HCl . Зная константу равновесия K_p , записать уравнение для расчета равновесных парциальных давлений компонент смеси и найти равновесную степень превращения HCl .
2. Имеется пыль с равномерным распределением частиц по размерам. Размер частиц пыли x меняется в пределах $0 \leq x \leq x_0$. Запыленный газ подается в циклон с функцией фракционного улавливания пыли $g(x) = x/(a+x)$, где x_0 и a - константы. Определить степень очистки газа.
3. В непроточном реакторе идеального перемешивания при постоянных давлении и температуре протекает газофазная реакция первого порядка $A \rightarrow B + C$ с объемной скоростью реакции $r = k \cdot c$ (моль/с л), k - константа скорости реакции. Исходная смесь содержит только реагент A в количестве N_0 молей. Определить зависимость количества молей каждого компонента от времени.
4. Дана каталитическая реакция $A \rightarrow B$ со скоростью реакции $r = k \cdot c$ (моль/с м³), где c - концентрация реагента A (моль/м³), k - константа скорости реакции. Известно, что относительная активность катализатора меняется со временем по закону $a = \exp(-bt)$, где b - постоянный коэффициент. Реакционная смесь подается в реактор идеального перемешивания с временем контакта τ . Найти зависимость степени превращения реагента от времени.