

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет имени
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор

по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

2015 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Направление подготовки: 18.03.02 Энерго-и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки: Рациональное использование сырьевых и энергетических ресурсов

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоем- кость зач. ед, час.	Лек- ций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
6	4/144	36	-	54	18	Экзамен (36)
Итого	4/144	36	-	54	18	Экзамен (36)

Владимир 2015

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» является научить студентов:

- применять основные приемы обработки экспериментальных данных;
- использовать возможности вычислительной техники и новых компьютерных технологий при решении технологических задач;
- составлять математические модели конкретных технологических процессов.

Задачи освоения дисциплины

В процессе изучения дисциплины студент должен освоить

- основные понятия и определения: о химико-технологической системе, математической модели и блочном методе моделирования;
- применение ЭВМ и новых компьютерных технологий при выполнении технологических расчетов для конкретных процессов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» входит в базовую часть программы подготовки бакалавров направления «Энерго-и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

Настоящий курс требует подготовки по дисциплинам:

- математика;
- информатика;
- применение ЭВМ в химической технологии.
- процессы и аппараты химической технологии;

Изучение дисциплины дает возможность свободно использовать современные информационные технологии при изучении других дисциплин и дает навыки работы с компьютером как средством управления информацией.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения данной дисциплины обучающийся должен

знать: статистические методы планирования экспериментальных исследований и обработки их результатов; построение и анализ эмпирических моделей; стратегию организации оптимального эксперимента; основные методы оптимизации химико-технологических процессов; методы математического моделирования в оптимизации и проектировании процессов химической технологии и биотехнологии; основные модели структуры потоков теплообменных и массообменных процессов; методы идентификации параметров модели и методы установления адекватности модели; нейросетевой подход к моделированию технологических процессов;(ПК-3, ПК-15,ПК-16);

уметь: осуществлять идентификацию параметров математической модели; моделирование, оптимизацию и проектирование процессов химической, нефтехимии и биотехнологии;(ПК-16);

владеть: методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов; пакетами прикладных программ для моделирования химико-технологических процессов.(ПК-3, ПК-15, ПК-16).

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:

- способностью использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования и мониторинга природных сред (ПК 3);
- способностью планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК 15);
- способностью моделировать энерго и ресурсосберегающие процессы в промышленности (ПК 16).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабор. занятия	СРС	КР/КП		
1	Теоретические основы математического моделирования	6		4		12	2		12/75	
2	Математическое моделирование реакторных процессов	6		6		12	2		18/100	Рейтинг № 1
3	Основы создания статистических математических описаний	6		12		14	6		18/69	Рейтинг №2
4	Теоретические основы создания детерминированных математических описаний	6		14		16	8		22/73	Рейтинг №3
										Экзамен(36)
	ИТОГО:	6		36		54	18	КР	70/78	Экзамен (36)

СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА

Тема № 1. Теоретические основы математического моделирования

Технологическая система, ее основные параметры. Блочный метод математического моделирования; основные законы, используемые при создании математических описаний объектов; типовые гидродинамические модели структуры потока вещества в системах.

Тема № 2. Математическое моделирование реакторных процессов

Основные закономерности, используемые при описании кинетики химических реакций; типы химических реакций: последовательные, параллельные, разветвленные, одно и многостадийные; математическое описание реактора непрерывного действия, периодического действия.

Тема № 3. Основы создания стохастических математических описаний

Общий вид стохастических математических описаний. Пассивный эксперимент, составление плана пассивного эксперимента, обработка результатов пассивного эксперимента методом наименьших квадратов. Активный эксперимент. Составление оптимального плана активного эксперимента средствами Matlab. Расчет коэффициентов регрессии средствами Matlab и оценка адекватности полученного математического описания.

Тема № 4 Теоретические основы создания детерминированных математических описаний

Основные законы, используемые при создании детерминированных математических описаний. Виды типовых возмущений и функции отклика на эти возмущения. Идентификация детерминированных математических описаний.

Математические описания теплообменных процессов, процессов разделения и других энерго-и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Лабораторные работы выполняются бригадой студентов 2-3 человека. Студенты выполняют лабораторные работы в соответствии с тематическим планом курса. Все работы выполняются на ЭВМ. Темы работ выполняются фронтально, но преподаватель дает разные входные данные бригаде студентов.

Лабораторная работа № 1. Исследование влияния секционирования аппарата на интенсивность перемешивания.

Лабораторная работа № 2. Исследование работы аппарата идеального смешения (идеального вытеснения).

Лабораторная работа № 3. Математическое моделирование и расчет аппарата с застойной зоной

Лабораторная работа № 4,5,6. Математическое моделирование реакторного процесса непрерывного и периодического действия.

Лабораторная работа № 7,8 Автоматизированное планирование эксперимента и обработка экспериментальных данных с целью получения математического описания в виде уравнения регрессии 2-го порядка.

Лабораторная работа № 9,10,11,12. Математическое моделирование и расчет конкретных технологических процессов.

КУРСОВАЯ РАБОТА

Темы курсовых работ выдаются индивидуально каждому студенту в соответствии с его специализацией. Все расчеты при выполнении КР проводятся на ЭВМ.

Рекомендуемые темы курсовых работ:

1. Математическое описание и расчет ленточной конвективной сушилки непрерывного действия с перекрестным током фаз.
2. Математическое описание теплового режима двухстадийного смесителя периодического действия.
3. Математическое моделирование процесса нагрева экструзируемого материала в первой технологической зоне экструдера.
4. Математическое моделирование и расчет процесса охлаждения листов из термопластов, помещенных в охладительную ванну
5. Математическое моделирование теплового режима работы электрокалорифера в среде Matlab средствами Simulink.
6. Тепловой расчет экструдера в пусковом и установившемся режимах.
7. Тепловой расчет пресса с электрообогревом .
8. Исследование влияния толщины листа и температуры ванны охлаждения на максимальный градиент температуры, возникающий в изделии.
9. Математическое моделирование процесса нагрева экструзируемого материала в зоне пластикации экструдера.
10. Планирование и обработка данных машинного эксперимента при исследовании процесса получения пенокарбидов.
11. Моделирование и тепловой расчет теплообменника с различным током фаз.

Все расчеты выполняются с помощью Matlab-программ или средствами Simulink системы Matlab.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При проведении **лабораторных занятий** студентам предлагается:

- применение компьютеров, использование обучающих программ, новых компьютерных технологий для решения поставленных задач;
- междисциплинарное обучение – использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте конкретной решаемой задачи;
- опережающая самостоятельная работа – изучение студентами нового материала до его изложения преподавателем на лекции и других аудиторных занятиях.

Таким образом, на интерактивные формы изучения данной дисциплины приходится 78% общего количества аудиторных часов.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Текущий контроль знаний студентов проводится 3 раза за семестр. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – **экзамен**.

Для текущего контроля студентам предлагается тест:

Рейтинг 1.

1. Какой метод математического моделирования используется при составлении математического описания?

- a. блочный метод
- b. динамический анализ
- c. метод наименьших квадратов

2. Какие математические описания, строятся на основе фундаментальных законов и закономерностей?

- a. алгебраические
- b. стохастические
- c. - детерминированные

3. Какие математические описания, строятся на основе обработки экспериментальных данных?

- a. детерминированные
- b. стохастические
- c. алгебраические

4. Что положено в основу составления математических описаний?

- a. законы массопередачи и теплопередачи
- b. закон Фурье
- c. закон сохранения вещества и закон сохранения энергии в дифференциальной форме

5. Какое понятие шире: математическое описание или математическая модель?

- a. одно и то же
- b. математическая модель
- c. математическое описание

6. Какой основной закон химической кинетики используется при описании скорости химической реакции?

- a. закон действия масс
- b. закон сохранения энергии
- c. закон сохранения вещества

7. Какой принцип химической кинетики используется при описании кинетики сложных реакций?

- a. принцип равенства реакций
- b. принцип соответствия реакций
- c. принцип независимостей реакций

8. Что необходимо задавать для решения обыкновенных дифференциальных уравнений?

- a. начальные и граничные условия
- b. начальные условия
- c. граничные условия

9. Что необходимо задавать для решения дифференциальных уравнений в частных производных?

- a. начальные и граничные условия
- b. начальные условия

с. граничные условия

10. Какие виды типовых возмущений используются при исследовании объектов моделирования?

- a. ступенчатое и импульсное
- b. ступенчатое и синусоидальное
- c. импульсное и синусоидальное

Рейтинг 2.

1. Что такое пассивный эксперимент?

- a. входные факторы меняются поочередно
- b. входные факторы меняются одновременно

2. Что такое активный эксперимент?

- a. входные факторы меняются поочередно
- b. входные факторы меняются одновременно

3. Что такое опыты на воспроизводимость (параллельные опыты)?

- a. опыты проводятся при различных значениях входных факторов.
- b. опыты проводятся случайным образом.
- c. опыты проводятся при одних и тех же значениях входных факторов

4. Критерий Фишера – это:

- a. критерий воспроизводимости эксперимента.
- b. критерий адекватности
- c. критерий значимости коэффициентов.

5. Какие виды типовых возмущений используются при исследовании объектов моделирования?

- a. ступенчатое и импульсное
- b. ступенчатое и синусоидальное
- c. импульсное и синусоидальное

6. Метод, используемый при расчете коэффициентов в уравнениях регрессии?

- a. блочный метод
- b. метод наименьших квадратов
- c. метод Фишера

7. Какой метод математического моделирования используется при составлении математического описания?

- a. блочный метод
- b. динамический анализ
- c. метод наименьших квадратов

8. Что положено в основу составления математических описаний?

- a. законы массопередачи и теплопередачи
- b. закон Фурье
- c. закон сохранения вещества и закон сохранения энергии в дифференциальной форме

9. Какое понятие шире: математическое описание или математическая модель?

- a. одно и то же
- b. математическая модель

с. математическое описание

10. Вид статистического математического описания

- а. уравнение регрессии
- б дифференциальное уравнение
- с дифференциальное уравнение в частных производных

Рейтинг 3

1. Модель идеального смешения – это модель

- а. с простыми параметрами
- б. с сосредоточенными параметрами
- с. с сосредоточенными параметрами

2. Модель идеального вытеснения – это модель

- а. с сосредоточенными параметрами
- б. с простыми параметрами
- с. с распределенными параметрами

3. Что является параметрами ячеечной модели?

- а. число ячеек и общее время пребывания
- б. число ячеек и среднее время пребывания в ячейке
- с. объем аппарата и его размеры

4. F-кривая – это функция отклика на:

- а. синусоидальное возмущение
- б. импульсное возмущение
- с. ступенчатое возмущение

5. С-кривая – это функция отклика на:

- а. ступенчатое возмущение
- б. синусоидальное возмущение
- с. импульсное возмущение

6. Что необходимо задавать для решения дифференциальных уравнений в частных производных?

- а. начальные и граничные условия
- б. начальные условия
- с. граничные условия

7. Какой типовой гидродинамической модели подчиняется структура потока материала в зоне пластикации экструдера?

- а. ячеечной модели
- б. однопараметрической диффузионной модели
- с. модели идеального вытеснения

8. Каким уравнением описывается процесс нагрева пресс-композиции при заданных законах изменения температуры матрицы и пуансона?

- а. уравнением нестационарной теплопроводности
- б. уравнением Фурье
- с. уравнением движения потока тепла

9. Что необходимо задавать для решения обыкновенных дифференциальных уравнений?

- a. начальные и граничные условия
- b. начальные условия
- c. граничные условия

10. Какой метод математического моделирования используется при составлении математического описания?

- a. блочный метод
- b. динамический анализ
- c. метод наименьших квадратов

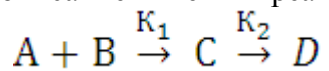
Вопросы к экзамену:

1. Что такое математическое описание объекта, математическая модель, математическое моделирование.
2. Детерминированное и стохастическое математическое описание. Их преимущества и недостатки. Теоретическая база при составлении этих математических описаний.
3. Основные законы, используемые при составлении детерминированных математических описаний.
4. Блочный метод математического моделирования. Декомпозиция объекта исследования. Основные процессы химической технологии.
5. Типовая гидродинамическая модель. Модель идеального смешения. Вывод математического описания. Количественные характеристики модели и F,C – кривые.
6. Типовая гидродинамическая модель. Модель идеального вытеснения. F,C – кривые.
7. Типовая гидродинамическая модель. Ячеечная модель. F,C – кривые. При каких условиях ячеечная модель переходит в модель идеального смешения или идеального вытеснения.
8. Записать МО кинетики реакции $A \xrightarrow{k_1} k_2 B$, проводимого в реакторе идеального смешения периодического действия.

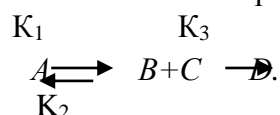
9. Записать МО кинетики реакции $A \xrightarrow{k_1} k_2 B$, проводимого в реакторе идеального смешения непрерывного действия.

10. Математическое описание реакции $A \xrightarrow{k} B$ в реакторе непрерывного действия ИВ.

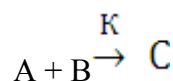
11. Записать математическое описание кинетики реакции вида



12. Записать математическое описание кинетики реакции вида



13. Составить Simulink программу для решения дифференциального уравнения, описывающего реакцию вида



14. Регрессионный анализ.
15. Критерий Фишера – критерий адекватности.
16. Проведение параллельных опытов. Оценка опытов на воспроизводимость

17. Пассивный эксперимент. Его недостатки.
18. Активный эксперимент. Его преимущества.
19. Кодирование входных переменных.
20. Метод математического приближения – метод наименьших квадратов.
21. Составление оптимального плана активного эксперимента средствами Matlab. Расчет коэффициентов регрессии средствами Matlab.
22. Математическое описание электрокалорифера.
23. Математическое описание прямоточного кожухотрубчатого теплообменника.
24. Математическое описание противоточного кожухотрубчатого теплообменника.
25. Математическое описание кожухотрубчатого теплообменника с перекрестным током фаз.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа студентов проводится в соответствии с тематическим планом курса. Студентам выдаются вопросы по каждой теме с указанием источников информации. Контроль знаний осуществляется в виде устного опроса при защите лабораторных работ и при прохождении промежуточного теста.

Вопросы для самостоятельной проработки:

Тема № 1.

1. Математическое описание и математическая модель: какое понятие шире и почему.
2. Технологический процесс и технологическая система. Суть того и другого понятия.
3. Блок-схема математической модели.
4. Классификация типовых гидродинамических моделей.
5. Роль гидродинамической модели в составлении общего математического описания системы.

Тема № 2.

1. Основные постулаты химической кинетики, используемые при описании химических реакций.
2. Температурная зависимость константы скорости химической реакции (закон Аррениуса).
3. Отличие математических описаний реактора периодического и непрерывного действия.

Тема № 3.

1. Регрессионный анализ. Что это значит?
2. Критерий Стьюдента – критерий значимости коэффициентов в уравнении регрессии.
3. Критерий Фишера – критерий адекватности.
4. Проведение параллельных опытов. Оценка опытов на воспроизводимость.
5. Критерий Кохрена. Алгоритм расчета критерия Кохрена.

Тема № 4.

1. Материальный и тепловой балансы в дифференциальной форме. Что из себя представляет каждая составляющая балансов.
2. Суть системного подхода к исследованию технологических систем.
3. Пять основных этапов системного исследования систем.
4. На чем основано составление детерминированных математических описаний.
5. Режимы работы технологических и природных систем, чем отличаются математические описания этих режимов.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Основная литература

1. **Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов:** учеб. пособие / А.Ю. Закгейм. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Логос., 2012 - 304 с.(электр. ресурс: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4>).
2. Теплогидравлические модели оборудования электрических станций [Электронный ресурс] / Аветисян А.Р., Пащенко А.Ф., Пащенко Ф.Ф., Пикина Г.А., Филиппов Г.А - М. : ФИЗМАТЛИТ, - 448 с. - ISBN 978-5-221-1518-6. 2013. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922115186.html>
3. **Моделирование технологических и природных систем.** Под ред. Ю.Т.Панова. Учебное пособие – Тамбов : Изд-во Першина Р.В., 2014 (библ. ВлГУ).

Дополнительная литература

1. Барабанов Н.Н., Земскова В.Т. **Расчеты химико-технологических процессов в системе MATLAB.** Уч. Пособие. Гос. ун-т. Владимир. 2011. (библ. ВлГУ).
2. **Математическое моделирование химико-технологических процессов** [Электронный ресурс] / А. М. Гумеров, Н. Н. Валеев, А. М. Гумеров, В. М. Емельянов.-М.: КолосС., 2008, <http://www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9785953206310-SCN0004.html>
3. MATLAB R2006/2007/2008 + Simulink 5/6/7. Основы применения. [Электронный ресурс] / В. П. Дьяконов. - М. : СОЛОН-ПРЕСС.2008 <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785913590428.html>

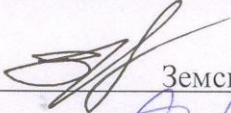
Программное обеспечение

Студенты пользуются разработанными преподавателями программами или составляют сами программы для решения поставленной задачи. Все программы составляются с помощью системы MATLAB. Очень широко используется одно из расширений системы MATLAB SIMULINK, позволяющее строить виртуальные модели процессов.


8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

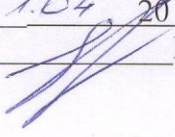
1. Компьютерный класс на 10 ПЭВМ
2. Мультимедийные средства.
3. Слайды-лекции.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Рабочую программу составил доцент кафедры ХТ  Земскова В.Т.

Рецензент Генеральный директор ООО «Альфасистемы»  Потапов Д.А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТ
протокол № 8 от 1.04.2015 года.
Заведующий кафедрой  Ю.Т.Панов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»
протокол № 9 от 1.04.2015 года.
Председатель комиссии  Ю.Т.Панов

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программа переутверждена:

на _____ учебный год. Протокол заседания кафедры № _____ от
_____ года.

Заведующий кафедрой _____

на _____ учебный год. Протокол заседания кафедры № _____ от
_____ года.

Заведующий кафедрой _____

на _____ учебный год. Протокол заседания кафедры № _____ от
_____ года.

Заведующий кафедрой _____