

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



«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор
по учебно-методической работе
А.А.Панфилов

« 05 » 02 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы оптимизации и организации энерго-и ресурсосберегающих технологий

Направление подготовки: 18.04.02 Энерго-и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Программа: Мембранная технология

Уровень высшего образования: магистратура

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)
3	5/180	18		36	90	Экзамен (36)
Итого	5/180	18		36	90	Экзамен (36)

Владимир 2015 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих технологий» является научить студентов: использовать современные методы оптимизации при создании новых технологических процессов и реконструкции действующих предприятий; использовать возможности вычислительной техники и новых компьютерных технологий при решении технологических задач.

Задачи освоения дисциплины

В процессе изучения дисциплины студент должен освоить основные понятия и определения о химико-технологической системе, ее параметрах методы оптимизации технологических процессов; применение ЭВМ и новых компьютерных технологий при выполнении технологических расчетов для конкретных процессов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих технологий» входит в базовую часть подготовки магистров направления «Энерго-и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Настоящий курс требует подготовки по дисциплинам бакалавриата:

- математика;
- информатика;
- процессы и аппараты химической технологии;
- общая химическая технология.

Изучение дисциплины «Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих технологий» дает возможность свободно использовать современные информационные технологии при изучении других дисциплин: моделирование технологических и природных систем, мембраны и мембранные процессы, мониторинг и контроль качества водных систем; дает навыки работы с компьютером как средством управления информацией.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения данной дисциплины студент должен

Знать: постановку задачи оптимизации; одно- и многокритериальные методы оптимизации (ОПК-4, ПК-6);

Уметь: применять методы и принципы оптимизации для создания энергосберегающих, ресурсосберегающих и экологически безопасных технологических систем (ОПК-4, ПК-6);

Владеть: методами использования пакетов прикладных программ для решения задач энерго-и ресурсосбережения, методами их сравнительного анализа и оценкой эффективности их применения (ОПК-4, ПК-6).

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

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

- готовность разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку (ПК-6).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 час.

№ 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	Введение. Роль математического моделирования в решении задач оптимизации	3		2			20			
2	Постановка задачи оптимизации. Критерий оптимальности	3		2		8	20	8/80	Рейтинг №1	
3	Классификация методов оптимизации и их характеристика	3		8		8	20	8/57	Рейтинг №2	
4	Решение задач оптимизации с помощью команд системы MATLAB	3		6		20	30	26/100	Рейтинг №3	
									Экзамен(36)	
	ИТОГО:	3		18		36	90	42/81	Экзамен(36)	

Содержание лекционного курса

Тема №1. Понятие технологического процесса и химико-технологической системы. Параметры состояния, управляющие параметры, возмущающие параметры. Связь математического моделирования и задач оптимизации. Роль математического моделирования в решении задач оптимизации энерго- и ресурсосберегающих технологий.

Тема № 2. Объект оптимизации, выбор управляемых переменных. Ограничения на переменные. Критерий оптимальности (целевая функция). Математическая формулировка задачи оптимизации.

Тема № 3. Аналитические методы оптимизации.

а) аналитический поиск экстремума (используется для отыскания экстремума функции, допускающей дифференцирование, без ограничений);

б) метод неопределенных множителей Лагранжа (используется для нахождения экстремумов дифференцируемых функций с ограничениями в виде равенств);

в) вариационное исчисление (используется для нахождения оптимальных значений управляющих переменных при наличии ограничений на область управления; например, для нахождения оптимального температурного режима для обратимых и последовательных экзотермических реакций);

Методы математического программирования:

а) методы нелинейного программирования (градиентный метод; метод наискорейшего спуска; метод сканирования, «золотого сечения»);

б) методы линейного программирования (постановка задач линейного программирования и их геометрическая интерпретация).

Тема №4. Минимум функции одной переменной. Локальный и глобальный минимумы. Команда MATLAB для поиска координат минимума функции одной переменной. Значение функции в минимуме. Команда для поиска минимума функции двух переменных. Примеры решения задач оптимизации и управления технологических систем с использованием команд системы MATLAB.

Лабораторные работы

Все лабораторные работы выполняются на ЭВМ в системе *MATLAB*. Работы выполняются индивидуально каждым магистром. Темы работ выполняются фронтально, но преподаватель дает разные входные данные каждому студенту.

Лабораторная работа № 1. Аналитический поиск экстремума на основании классического дифференциального анализа/

В основе этого метода лежит обычное условие нахождения экстремума функции многих переменных, а именно, обращение в нуль частных производных функции в точке экстремума.

Лабораторная работа № 2. Метод неопределенных множителей Лагранжа.

Этот метод обычно используется, когда на управляющие переменные накладываются ограничения в форме равенств.

Лабораторная работа № 3. Методы нелинейного программирования (метод сканирования, градиентный метод; метод наискорейшего спуска; симплекс - метод).

Методы нелинейного программирования являются наиболее общим и мощным способом оптимизации. Применимы для любого вида оптимизируемой функции и при наличии ограничений в любой форме. На основании использования методов нелинейного программирования получают итерационные алгоритмы расчета, хорошо приспособленные для решения на ПК.

Лабораторная работа № 4. Методы линейного программирования.

Методы линейного программирования (графический и расчетный) применяются для оптимальной организации процессов.

Лабораторная работа № 5 . Применение методов оптимизации для расчета конкретных технологических процессов.

В конкретных расчетах использовать изученные методы оптимизации. Использование специальных команд MATLAB в решении задач оптимизации

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 81% 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 в виде тестов.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – **экзамен**.

Рейтинг №1

1. Что такое ограничения, накладываемые на переменные?
 - а) дополнительные условия в виде равенств или неравенств
 - б) условия в виде функций
 - в) дифференциальные уравнения
2. Задача оптимизации: нахождение условий, обеспечивающих выполнение экстремального значения:
 - а) только одной целевой функции
 - б) двух целевых функций
 - в) двух и более целевых функций
3. К какому виду параметров относятся возмущающие параметры Z ?
 - а) к входным неконтролируемым параметрам
 - б) к входным контролируемым параметрам
 - в) к параметрам состояния
4. Что характеризует критерий оптимальности?
 - а) качество работы аппарата
 - б) продолжительность процесса
 - в) условия работы аппарата
5. К какому классу методов оптимизации относится метод неопределенных множителей Лагранжа?
 - а) к аналитическим методам
 - б) к методам математического программирования
 - в) к линейному программированию
6. К какому классу методов оптимизации относится метод сканирования?
 - а) к аналитическим методам
 - б) к методам нелинейного программирования
 - в) к линейному программированию
7. К какому классу методов оптимизации относится метод вариационного исчисления?
 - а) к аналитическим методам
 - б) к методам математического программирования
 - в) к линейному программированию

8. К какому классу методов оптимизации относится метод «золотого сечения»?
- а) к аналитическим методам
 - б) к методам нелинейного программирования
 - в) к линейному программированию
9. Аналитический поиск экстремума на основании анализа. Что лежит в основе этого метода?
- а) условие нахождения экстремума функции многих переменных – это обращение в нуль частных производных функции в точке экстремума.
 - б) решение дифференциального уравнения
 - в) решение алгебраического уравнения.
10. Когда используется метод неопределенных множителей Лагранжа
- а) когда на управляющие переменные накладываются ограничения в форме равенств
 - б) когда на управляющие переменные накладываются ограничения в форме неравенств
 - в) когда нет никаких ограничений

Рейтинг №2

1. Что такое глобальный минимум?
- а) самый минимальный из всех минимумов
 - б) находящийся вблизи точки поиска
 - в) то же самое, что и локальный
2. Что такое локальный минимум?
- а) самый минимальный из всех минимумов
 - б) находящийся вблизи точки поиска
 - в) то же самое, что и глобальный
3. Как задается целевая функция в задачах линейного программирования?
- а) в виде линейной функции нескольких переменных
 - б) в виде дифференциального уравнения
 - в) в виде нелинейной функции
4. К какому классу методов оптимизации относится градиентный метод?
- а) к аналитическим методам
 - б) к методам нелинейного программирования
 - в) к линейному программированию
5. К какому классу методов оптимизации относится метод наискорейшего спуска?
- а) к аналитическим методам
 - б) к методам нелинейного программирования
 - в) к линейному программированию
6. Какой метод оптимизации используется при решении транспортной задачи?
- а) аналитические методы
 - б) методы математического программирования
 - в) линейное программирование
7. К какому классу методов оптимизации относится метод «сканирования»?
- а) к аналитическим методам
 - б) к методам нелинейного программирования
 - в) к линейному программированию
8. К какому классу методов оптимизации относится метод вариационного исчисления?
- а) к аналитическим методам
 - б) к методам математического программирования
 - в) к линейному программированию
9. К какому классу методов оптимизации относится метод «золотого сечения»?
- а) к аналитическим методам

- б) к методам нелинейного программирования
 - в) к линейному программированию
10. Когда используется метод неопределенных множителей Лагранжа
- а) когда на управляющие переменные накладываются ограничения в форме равенств
 - б) когда на управляющие переменные накладываются ограничения в форме неравенств
 - в) когда нет никаких ограничений

Рейтинг №3

1. Условие нахождения экстремума функции многих переменных
 - а) обращение в нуль частных производных функции в точке экстремума.
 - б) обращение в нуль вторых производных функции
 - в) когда производные больше нуля
2. Вид экстремума для функции одной переменной определяется:
 - а) по знаку второй производной, если $R''(U) > 0$, то *min*, если $R''(U) < 0$, то *max*
 - б) по знаку второй производной, если $R''(U) < 0$, то *min*, если $R''(U) > 0$, то *max*
3. К какому классу методов оптимизации относится метод вариационного исчисления?
 - а) к аналитическим методам
 - б) к методам математического программирования
 - в) к линейному программированию
4. К какому классу методов оптимизации относится метод «золотого сечения»?
 - а) к аналитическим методам
 - б) к методам нелинейного программирования
 - в) к линейному программированию
5. Что понимается под экономической оценкой эффективности технологических процессов
 - а) или прибыль, или себестоимость
 - б) минимальная продолжительность процесса
 - в) условия проведения процесса
6. Какая команда системы MATLAB находит минимум функции одной переменной?
 - а) `fminbnd()`
 - б) `fmin()`
 - в) `fminsearch()`
7. Какая команда системы MATLAB находит минимум функции нескольких переменных?
 - а) `fminsearch()`
 - б) `fmin()`
 - в) `fminbnd()`
8. Когда применяется метод динамического анализа?
 - а) для оптимизации многостадийных процессов
 - б) для решения транспортной задачи
 - в) для решения экономической задачи
9. Условие нахождения экстремума функции многих переменных
 - а) обращение в нуль частных производных функции в точке экстремума.
 - б) обращение в нуль вторых производных функции
 - в) когда производные больше нуля
10. Что такое глобальный минимум?
 - а) самый минимальный из всех минимумов
 - б) находящийся вблизи точки поиска
 - в) то же самое, что и локальный

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 Экономическая оценка эффективности технологических процессов

Тема № 2

1. Распространенные ошибки при постановке задачи оптимизации.
2. Прибыль в качестве критерия оптимальности.
3. Норма прибыли в качестве критерия оптимальности
4. Норма рентабельности капиталовложений в качестве критерия

оптимальности

Тема № 3

1. Общая характеристика методов решения задач оптимизации
2. Метод динамического программирования (применяется для оптимизации многостадийных процессов: процессы ректификации, абсорбции, экстракции, в тарельчатых колоннах или секционированных аппаратах).
3. Принцип максимума Л.С.Понтрягина (применяется для решения широкого класса задач оптимального расчета и управления химико-технологическими системами).
4. Связь принципа максимума с другими методами оптимизации.
5. Чувствительность оптимума.
6. Особенности методов нелинейного программирования.
7. Симплексный метод.
8. Общая характеристика методов случайного поиска.
9. Сравнение различных методов

оптимизации.

Тема № 4

1. Общие сведения о системе MATLAB
2. Общие правила составления целевых функций на основе математических описаний технологических процессов.

Вопросы к экзамену

1. Роль математического моделирования при решении задач оптимизации.
2. Общая постановка задачи оптимизации.
3. Критерий оптимальности или целевая функция.
4. Дополнительные условия (ограничения) при решении задач оптимизации
5. Классификация методов оптимизации.
6. Краткая характеристика аналитического поиска экстремума.
7. Характеристика и особенности метода неопределенных множителей Лагранжа
8. Принцип максимума Л.С.Понтрягина (применяется для решения широкого класса задач оптимального расчета и управления химико-технологическими процессами). Суть метода.
9. Алгоритм расчета задач методом сканирования.
10. Метод «золотого сечения». Характеристика метода.
11. Линейное программирование. Задачи линейного программирования.
12. Графическая интерпретация метода линейного программирования.
13. Градиентные методы поиска экстремума.
14. Экономическая оценка эффективности технологических процессов

15. Распространенные ошибки при постановке задачи оптимизации.
16. Прибыль в качестве критерия оптимальности.
17. Общая характеристика методов решения задач оптимизации
18. Связь принципа максимума с другими методами оптимизации.
19. Чувствительность оптимума.
20. Особенности методов нелинейного программирования.

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

Основная литература

1. Методы оптимизации: в 2-х кн. [Электронный ресурс] / Васильев Ф.П. - Новое изд., перераб. и доп. - М.: МЦНМО, 2011.
<http://www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9785940577072-SCN0011/022.html>
2. 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. <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4>
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>

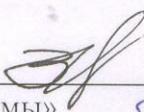
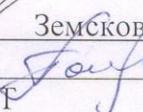
Программное обеспечение

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
18.04.02 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 № 6 от 5.02.2015 года.
Заведующий кафедрой  Ю.Т.Панов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 18.04.02 Энерго-и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии
протокол № 7 от 5.02.2015 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 _____