

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВПО «Рыбинский государственный авиационный технический
университет имени П.А.Соловьева»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке и инновациям
_____ Т.Д. Кожина

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине
Методы идентификации систем управления

для специальности
05.13.01 Системный анализ, управление и обработка информации
(в промышленности)

Виды занятий	Количество часов	Количество зачетных единиц
Лекции	18	0,5
Практические занятия	54	1,5
Самостоятельная работа	108	3,0
Всего:	180	5,0
Форма контроля	Экзамен	

Рабочую программу составил:

Михайлов Н.Л.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры МПО ЭВС
« 30 » ноября 2011 г., протокол № 4

Заведующий кафедрой,
к.ф.-м.н., профессор

Шаров В.Г.

Рыбинск,
2011

Настоящая программа составлена в соответствии с действующим паспортом и утвержденным вузовским планом специальности научных работников 05.13.01 Системный анализ, управление и обработка информации (в промышленности).

Цель и задачи дисциплины

Подготовить аспиранта к исследовательской работе, связанной с построением математических моделей объектов управления при создании АСУТП и САУ и использованием методов идентификации объектов управления при разработке систем управления (на этапе анализа и синтеза).

1. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Введение

Терминология. Идентификация в узком и широком смысле. Классификация методов. Методика получения модели объекта управления. Связь задачи идентификации с задачами оптимальной фильтрации и оценивания состояний.

1.2. Предварительная обработка экспериментальных данных

Задачи сбора экспериментальных данных. Помехи и их характеристики. Сглаживание результатов измерений. Алгоритмы фильтрации. Отбрасывание аномальных значений. Определение частоты съема информации.

1.3. Оценивание параметров статических моделей

Вычисление корреляционных функций и спектральных плотностей. Корреляционный анализ. Оценка параметров методом наименьших квадратов. Предпосылки применения метода. Взвешенный метод наименьших квадратов. Рекуррентный метод наименьших квадратов. Оценка параметров методом наименьших произведений. Оценка параметров модели по методу максимального правдоподобия. Регрессионный анализ. Постановка задачи; предпосылки и идея метода. Оценка коэффициентов регрессии. Статистический анализ уравнения регрессии. Вычисление остаточной дисперсии, дисперсии и ковариаций коэффициентов регрессии. Проверка гипотезы о значимости коэффициентов регрессии. Проверка гипотезы об адекватности представления результатов эксперимента полученным уравнением регрессии. Исследование остатков. Получение регрессионной модели по методу Брандона. Трансцендентная регрессия.

1.4. Основы планирования эксперимента

Задача планирования эксперимента. Основные положения современного подхода к эксперименту. Экспериментальные планы типа 2^n . Полный

факторный эксперимент (ПФЭ). Кодирование значения факторов. Свойства матрицы планирования ПФЭ типа 2^n . Вычислительный алгоритм математической обработки результатов эксперимента. Статистический анализ результатов. Направление развития методов планирования эксперимента.

1.5. Идентификация линейных динамических систем методом пассивного эксперимента

Уравнение Винера-Хопфа. Методы решения интегрального уравнения Винера-Хопфа. Понятие о корректно и некорректно поставленных задачах. Методы регуляризации А.Н.Тихонова, М.М.Лаврентьева. Получение уравнения Винера-Хопфа в частотной области. Проблема физической реализуемости.

Оценка коэффициентов дифференциальных уравнений методом наименьших квадратов. Идентификация с помощью разностных уравнений. Применение теории чувствительности к задаче идентификации динамических систем. Идентификация на основе спектральной теории нестационарных систем.

1.6. Оптимальная фильтрация и оценивание

Постановка задачи оптимальной фильтрации. Получение модели оптимального фильтра в классе физически реализуемых. Фильтр Калмана-Бьюси. Связь фильтра Калмана с рекуррентным оцениванием по методу наименьших квадратов на примере скалярного случая. Распространение результатов на многомерный случай.

1.7. Адаптивные алгоритмы идентификации

Область применения адаптивных алгоритмов. Алгоритмы стохастической аппроксимации. Условия сходимости. Методы улучшения сходимости. Одношаговые и многошаговые алгоритмы. Идентификация нестационарных объектов. Текущий метод наименьших квадратов.

1.8. Методы идентификации нелинейных объектов управления

Идентификация нелинейных объектов с использованием линеаризованных моделей. Идентификация нелинейных объектов с использованием функциональных степенных рядов.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ (Лабораторных работ, семинарских занятий)

- 2.1. Построение моделей динамических систем в пространстве состояний.
- 2.2. Идентифицируемость линейных динамических систем.
- 2.3. Идентификация импульсной характеристики на основе прямого метода наименьших квадратов.

- 2.4. Параметрическая идентификация рекуррентным методом наименьших квадратов.
- 2.5. Идентификация линейных динамических систем методом пассивного эксперимента
- 2.6. Идентификация дискретных систем управления.
- 2.7. Идентификация нестационарных объектов.
- 2.8. Статистическая идентификация систем управления.
- 2.9. Идентификация нелинейных объектов с использованием линеаризованных моделей.
- 2.10. Идентификация нелинейных объектов с использованием функциональных степенных рядов.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ КУРСОВЫХ РАБОТ (Курсового проекта, расчетно–графической работы) Не предусмотрено

4. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

4.1. Основная литература

1. Кузьмин А.В. Теория систем автоматического управления: Учебник. – Старый Оскол, ТНТ, 2009.
2. Пащенко Ф.Ф. Введение в состоятельные методы моделирования систем: Учеб. пособие: В 2-х ч. Ч.1: Математические основы моделирования систем. – М.: Финансы и статистика, 2006.

4.2. Дополнительная литература

1. Льюнг Л. Идентификация систем: пер. с англ. /Под ред. Я.З.Цыпкина. – М.: Наука, 1991.
2. Эйкхофф П. Основы идентификации систем управления: Пер. с англ. – М.: Мир, 1975.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретический курс изучается аспирантом в процессе работы на лекциях. При этом аспирант конспектирует излагаемый преподавателем материал, отвечает на вопросы, которые ставит преподаватель в процессе чтения лекции. Перед лекцией рекомендуется просмотреть материалы предыдущих лекций по данной дисциплине. Кроме того, изучение курса связано и с самостоятельной работой аспиранта с рекомендуемой литературой.

6. СПИСОК ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ

1. Подходы к синтезу статических и динамических моделей объектов и систем.
2. Определение управляемости и наблюдаемости.
3. Критерии управляемости и наблюдаемости. Критерий Гильберта.
4. Критерии управляемости и наблюдаемости. Полиномиальный критерий.
5. Взаимосвязь представлений в пространстве состояний и с помощью передаточной функции.
6. Методы идентификации, основанные на преобразовании Фурье.
7. Идентификация с помощью частотной характеристики.
8. Идентификация с помощью переходной функции.
9. Идентификация с помощью импульсной переходной функции.
10. Интеграл свертки и корреляции.
11. Взаимная корреляция и импульсные реакции.
12. Идентификация с помощью белого шума на входе системы.
13. Генерация случайных и псевдослучайных последовательностей.
14. Получение частотных характеристик на основе корреляционных функций.
15. Статическая задача для систем с одним выходом.
16. Статическая задача для систем с несколькими входами и несколькими выходами.
17. Регрессионная идентификация линейных динамических процессов.
18. Построение моделей систем с помощью передаточных функций. Модели в терминах вход/выход.
19. Модели шума на входе и выходе.

20. Идентификация по критерию минимума дисперсии и функция правдоподобия.
21. Регрессионная идентификация нелинейных процессов. Аппроксимация с помощью полиномов.
22. Последовательные регрессионные методы. Скалярный случай.
23. Последовательные регрессионные методы. Многомерный случай.
24. Последовательные регрессионные методы. Последовательная нелинейная регрессия.
25. Метод стохастической аппроксимации.
26. Метод последовательного обучения.
27. Последовательная процедура распознавания образов для идентификации нелинейных систем.
28. Идентификация непрерывных систем методом квазилинеаризации.
29. Идентификация дискретных систем методом квазилинеаризации.
30. Идентификация и управление с использованием прогноза.
31. Идентификация и управление на основе градиентного метода с прогнозом.

7. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Математические модели объектов управления
2. Общие сведения об идентификации
3. Идентификация импульсной характеристики (ИХ) линейного динамического объекта на базе интегрального уравнения свертки посредством преобразования Фурье
4. Идентификация ИХ линейного динамического объекта на базе интегрального уравнения свертки с использованием квадратурных формул
5. Классический МНК идентификации ИХ линейного динамического объекта. Формирование системы линейных алгебраических уравнений
6. Классический МНК идентификации ИХ линейного динамического объекта. Ошибки идентификации
7. Регуляризирующий и рекуррентный МНК идентификации ИХ линейного динамического объекта. Корректирующие параметры алгоритмов
8. Идентификация структуры и параметров линейного динамического объекта посредством RL-процедуры
9. Восстановление структуры и параметров линейного динамического объекта по идентифицированной оценке его ИХ
10. Аналитические методы параметрической идентификации ЛНД-объекта. Формирование алгебраической системы уравнений
11. Аналитические методы параметрической идентификации ЛНД-объекта. Корректирующие параметры алгоритма, их анализ
12. Параметрическая идентификация ЛДД-объекта. Формирование системы линейных алгебраических уравнений

13. Параметрическая идентификация ЛДД-объекта. МНК, ошибки идентификации
14. Обобщенный МНК параметрической идентификации
15. Рекуррентный МНК и алгоритм Качмажа параметрической идентификации
16. Метод инструментальной переменной параметрической идентификации
17. Градиентные самонастраивающиеся модели
18. Не градиентные самонастраивающиеся модели
19. Расширенный вектор состояния нелинейного объекта
20. Метод квазилинеаризации оценивания параметров нелинейного объекта
21. Текущая идентификация нестационарных параметров по их нестационарным спектральным характеристикам. Формирование алгебраической системы уравнений
22. Текущая идентификация нестационарных параметров по их нестационарным спектральным характеристикам. Корректирующие параметры алгоритма, их выбор.