



V МОЛОДЕЖНАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ
И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ
2003**

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ
Часть 2**

МОСКВА
МГТУ им.Н.Э.Баумана
16-17 апреля 2003

УДК: 681.321

Молодежная научно-техническая конференция "Наукоемкие технологии и интеллектуальные системы 2003". 16-17 апреля 2003 г., г. Москва, МГТУ им.Н.Э.Баумана.

Тематика молодежной научно-технической конференции учащихся, студентов, аспирантов и молодых ученых НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ (TECHNOLOGY&SYSTEMS-2003) охватывает широкий круг вопросов: современные технологии производства цифровой аппаратуры и элементной базы, САПР, CALS технологии, современные микропроцессорные системы: проектирование и производство, цифровая обработка сигналов и активное управление волновыми поля, системы автоматизированного проектирования и математического моделирования РЭА и ЭВА, интеллектуальные системы обработки информации, нейросетевые методы и нейрокомпьютеры, сетевые и телекоммуникационные технологии, интернет/интранет технологии и телекоммуникации в образовании, JAVA технологии, системы управления базами данных, знаний, экспертные системы и искусственный интеллект, применение современных информационных технологий для технологической подготовки производства и технологического проектирования и многие другие. В научную программу конференции вошли более 30 секционных и стендовых докладов и программно-технических разработок представленных на компьютерном салоне.

Все доклады, включенные в сборник трудов конференции, воспроизведены в авторской редакции.

Редколлегия сборника:

В.А. Шахнов профессор, д.т.н., зав. кафедрой "Конструирование и технология производства ЭА" МГТУ им.Н.Э.Баумана, председатель оргкомитета конференции.

Е.М.Парфенов профессор, д.т.н., руководитель экспертной комиссии.

А.И. Власов канд. техн. наук, зам. председателя оргкомитета.

©Кафедра ИУ4 "Проектирование и технология производства ЭС"
МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2003
©Авторы докладов

Подписано к печати 25 февраля 2003 года

Заказ №56

Объем 4 п.л.

Тираж 500 экз.

Молодежная научно-техническая конференция
учащихся, студентов, аспирантов
и молодых ученых
к 65-летию кафедры ИУ4 (П8)

Организаторы конференции:

- Московский Государственный технический Университет им.Н.Э.Баумана
- Факультет "Информатики и систем управления" МГТУ им. Н.Э.Баумана.
- Кафедра "Проектирование и технология производства ЭА" (ИУ4) МГТУ им. Н.Э.Баумана.
- Кафедра САПР (РК6) МГТУ им.Н.Э.Баумана
- Hewlett-Packard.
- МНТПО Спектр
- Концерн "Радиотехнические и информационные системы" (РТИ системы)
- ОАО НИЭМИ
- ОАО "ФАЗОТРОН – НИИ Радиостроения"
- Государственный Центральный Научно-исследовательский радиотехнический институт (ГосЦНИРТИ).
- TEZ-тур



РТИ-СИСТЕМА

Информационный спонсор конференции - Издательский дом "Открытые системы"

Информационная поддержка:

Издательский дом Открытые системы (<http://www.osp.ru>).

Журнал «Мир ПК» (<http://www.pcworld.ru>)

Журнал "ChipNews" (<http://www.chipnews.ru>).

Журнал «Электронные компоненты»

Журнал "Информационные технологии".

Журнал "Датчики и системы".

Журнал "Проектирование и технология производства ЭА" (ВлГУ).

Информационно-образовательный портал IU4.NET.RU.

Информационно-образовательный портал 1580.RU.

Оргкомитет конференции

Шахнов В.А. (МГТУ) - председатель.

Клюев В.В. (генеральный директор МНТПО Спектр, член-корреспондент РАН) - сопредседатель.

Матвеев В.А. (МГТУ) - сопредседатель.

Норенков И.П. (МГТУ) - сопредседатель.

Парфенов Е.М. - председатель экспертной комиссии.

Костиков В.Г. (концерн Антей) - зам. председателя.

Власов А.И. (МГТУ) - зам. председателя.

Соловьев В.А. (МГТУ) - руководитель компьютерного салона.

Горюнов П.Н. – директор HR-консалтинг.

Бирюков В.К. (ЦНИИРТИ).

Гуськов Ю.Н. (Фазотрон).

Ступин Д.Д. (Концерн «РТИ-системы»)

Дудко В.Г. (Концерн «РТИ-системы»).

Белов Б.И. (МГТУ).

Парфенов Е.М. (МГТУ).

Чеканов А.Н. (МГТУ).

Мысловский Э.В. (МГТУ).

Экспертная комиссия

председатель экспертной комиссии: профессор Парфенов Е.М.

члены экспертной комиссии: БОЖКО А. Н., ВОЛОСАТОВА Т. М., ЖУК Д. М., МАНИЧЕВ В. Б., МАРТЫНЮК В. А., ТРУДОНОШИН В. А., ФЕДУРУК В. Г., ГРОШЕВ С. В., КНЯЗЕВА С. Ю., РОДИОНОВ С. В., ФЕДУРУК Е. В., ШЕСТАКОВ С. А., БЕЛОУС В. В., ПИВОВАРОВА Н. В., СУХОВ Е. Г., БИЛИБИН К. И., БУРАК Б. А., ГРИГОРЬЕВ В. П., ГРИДНЕВ В. Н., ЖУРАВЛЕВА Л. В., ИВАНОВ Ю. В., КАМЫШНАЯ Э. Н., ЛАВРОВ А. В., МАКАРЧУК В.В., МАРКЕЛОВ В. В., ПАРФЕНОВ О. Д., ПИРОГОВА Е. В., РЕЗЧИКОВА Е. В., ШЕРСТНЕВ В. В., ГЛАЗУНОВА Г.П., КУРНОСЕНКО А.Е., КОВАЛЕВСКИЙ Ю.А.

Тематика конференции

- Современные технологии производства цифровой аппаратуры и элементной базы.
- Информационные системы и интернет технологии.
- Разработка нейрокомпьютеров, супперЭВМ и их применение.
- Современные микропроцессорные системы: проектирование и производство.
- Цифровая обработка сигналов и активное управление волновыми полями.
- Системы автоматизированного проектирования и математического моделирования РЭА и ЭВА.
- Интеллектуальные системы обработки информации, сетевые и телекоммуникационные технологии.
- Интернет/интранет технологии и телекоммуникации в образовании.
- Применение современных информационных технологий для технологической подготовки производства и технологического проектирования.

Официальный сайт конференции <http://iu4.bmstu.ru>

(электронные материалы прошедших конференций по адресу: <http://iu4.bmstu.ru/konf/index.htm>)

Дорогие юные друзья!



Приветствую Вас, участников пятой молодежной научно-технической конференции «Наукоемкие технологии и интеллектуальные системы – 2003». В этом году исполняется 65 лет с того дня, когда Постановлением Совета Народных Комиссаров СССР в Московском механико-машиностроительном институте им. Н.Э. Баумана (в настоящее время – МГТУ им. Н.Э. Баумана) была образована кафедра «Технология точного приборостроения», которая в последствии получила название «Проектирование и технология производства электронной аппаратуры». Первым заведующим кафедрой стал профессор А.Б. Яхин – основоположник научной школы «Технология приборостроения».

С самого начала своей деятельности кафедра заняла лидирующие позиции в деле подготовки высококвалифицированных кадров для промышленности и высшей школы, проводила научные исследования и выполняла разработки на современном уровне развития науки и техники. В 1958 г. кафедру возглавил профессор А.Н. Малов, открывший на кафедре ряд направлений исследований: полупроводниковая техника, магнитные материалы и изделия из них, точность и устойчивость конструкций аппаратуры и др. В эти годы было открыто и получило развитие новое направление «Механизация и автоматизация сборочных работ в приборостроении». В 1976 г. кафедра «Технология точного приборостроения» (П8) была переименована и получила название «Конструирование и технология производства электронно-вычислительной аппаратуры» (П8).

С 1978 по 1990 годы кафедру возглавлял профессор Б.И. Белов. В эти годы научная работа сотрудников кафедры была сориентирована на внедрение достижений микроэлектроники в разработку конструкции и технологию производства радиоэлектронной и электронно-вычислительной аппаратуры.

В знаменательный для кафедры год уместно вспомнить и о том вкладе, который внесли в становление и развитие кафедры профессора Орлов П.Н., Сыроватченко П.В., Нестеров Ю.И., Бушминский И.П., Парфенов Е.М., Чеканов А.Н., Мысловский Э.В. и др., доценты Фадеев Н.И., Алексеев В.Г., Бочкова Р.П., Скворцов К.Ф., Билибин К.И., Бурак Б.И., Григорьев В.П., Гриднев В.Н., Журавлева Л.В., Иванов Ю.В., Камышная Э.Н., Лавров А.В., Макаrchук В.В., Маркелов В.В., Парфенов О.Д., Пирогова Е.В., Резчикова Е.В., Шерстнев В.В., ассистенты Глазунова Г.П., Курносенко А.Е., Ковалевский Ю.С., заведующий лабораторией Дронов Н.Н., инженеры Максимова Е.А., Мельникова Е.В. Кафедра гордится своими лауреатами Государственной премии РФ в области науки и техники: доцентами Журавлевой Л.В. и Власовым А.И., старшим преподавателем Соловьевым В.А., аспирантами Горюновым П.Н., Ельниковым А.И., Кормушиным И.В., студентами и аспирантами – лауреатами стипендий Президента и Правительства РФ: Семенцовым С.Г., Мигуновым В.О., Колосковым С.В., Захаровым Д.Е., Володиным Е.А., Князевым В.С., Меньшовым К.А.

За все годы существования кафедра никогда не отказывалась от своего главного принципа в работе: опора на молодежь, привлечение студентов к научной работе буквально с первых дней их пребывания в университете, выявление талантливой молодежи и всемерное развитие ее творческой инициативы. Этому принципу соответствует и ежегодная конференция «Наукоемкие технологии и интеллектуальные системы», которая в этом году проводится в пятый раз. Желаю всем участникам конференции творческих успехов.

Заведующий кафедрой «Проектирование и технология производства

**электронной аппаратуры» МГТУ им. Н.Э. Баумана,
Заслуженный деятель науки РФ, д.т.н., профессор Шахнов Вадим Анатольевич.**

ГРАФИК МЕРОПРИЯТИЙ КОНФЕРЕНЦИИ

№	Мероприятия	Дата, Время	Ауд.
1	Регистрация участников конференции	16 апреля, среда 9.00-10.00	Зал ученого совета МГТУ им.Н.Э.Баумана
2	Открытие конференции. Выступления представителей организаторов.	16 апреля, среда 10.00-12.00	Зал ученого совета МГТУ им.Н.Э.Баумана
3	Секция: Интеллектуальные системы	16 апреля, среда 13.00-17.00	ауд.232, читальный зал преподавателей Гл. корпус МГТУ им.Н.Э.Баумана
4	Секция: Научоемкие технологии	16 апреля, среда 13.00-17.00	ауд.278, гл. корпус МГТУ им.Н.Э.Баумана
6	Компьютерный салон, стендовые доклады, выставка работ.	17 апреля, четверг 10.00-13.00	ауд.275 (каф. ИУ4) гл. корпус МГТУ им.Н.Э.Баумана
7	Поведение итогов конференции. Круглый стол "Научоемкие технологии и интеллектуальные системы в XXI веке".	17 апреля, четверг 14.00-16.00	Зал ученого совета МГТУ им.Н.Э.Баумана
8	Выступления организаторов конференции	17 апреля, четверг 14.00-16.00	Зал ученого совета МГТУ им.Н.Э.Баумана
9	Награждение победителей научно-технической программы конференции	17 апреля, четверг 14.00-16.00	Зал ученого совета МГТУ им.Н.Э.Баумана

В зависимости от прибытия докладчиков программа может быть изменена.

Просим следить за объявлениями оргкомитета.

Адреса и телефоны для контактов

Председатель оргкомитета:

д.т.н., профессор Шахнов Вадим Анатольевич
(095) 263-65-52

e-mail: shakhnov@mx.bmstu.ru

Председатель экспертной комиссии:

д.т.н., профессор Парфенов Е.М.
(095) 263-65-52

e-mail: emparfenov@iu4.bmstu.ru

Зам. председателя оргкомитета:

к.т.н., доцент Власов Андрей Игоревич
(095) 263-65-53

e-mail: vlasov@iu4.bmstu.ru

Секретариат оргкомитета:

Максимова Елена Александровна
(095) 263-65-53

Главный корпус МГТУ им. Н.Э.Баумана, северное крыло, 2-ой этаж, ауд.275.

Адрес оргкомитета: 107005, 2-ая Бауманская 5, МГТУ им.Н.Э.Баумана, "ИУ-4".

ПРОГРАММА КОНФЕРЕНЦИИ
СЕКЦИЯ 1
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Среда, 16 апреля 2003 г., читальный зал преподавателей (ауд.232), гл. корпус МГТУ им.Н.Э.Баумана.

Начало в 13.00.

Председатель: профессор, д.т.н. Норенков И.П.
Руководитель экспертной комиссии: к.т.н., доцент Федорук В.Г.
Ученый секретарь: к.т.н., доцент Власов А.И.

Экспертная комиссия:

к.т.н., доцент БОЖКО А.Н., к.т.н., доцент ВОЛОСАТОВА Т. М., к.т.н., доцент ЖУК Д. М., к.т.н., доцент МАНИЧЕВ В. Б., к.т.н., доцент МАРТЫНЮК В. А., к.т.н., доцент ТРУДОНОШИН В. А., ст. преподаватель ГРОШЕВ С. В., ст. преподаватель КНЯЗЕВА С. ст. преподаватель РОДИОНОВ С. В., ст. преподаватель ФЕДУРУК Е. В., ст. преподаватель ШЕСТАКОВ С. А., к.т.н., доцент ПИВОВАРОВА Н. В., к.т.н., доцент КАМЫШНАЯ Э.Н.

1. ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОЕКТА

Волкова Е.А.

Кафедра РК6 МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия.

2. СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НА РАДИОТЕХНИЧЕСКОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Рассказова С.И. (5 курс)

Кафедра ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия.

3. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ АННОТИРОВАНИЯ ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ

Руденко М. И. (2 курс)

Кафедра ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия.

4. ОБЩИЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ ОС РВ И ЕЁ ОПТИМИЗАЦИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОТОКОВ ДАННЫХ В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ.

Михненко А.Е., Аксенов А., Кобзарев А.

Кафедра ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия.

5. ЗНАНИЕВЫЙ ПОДХОД В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ИНТЕРНЕТ – ОБРАЗОВАНИЯ.

Налепов Р.А.

Томский Политехнический Университет, Томск, Россия

6. АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ.

Столярова Е.М.

Кафедра ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия.

7. ОРГАНИЗАЦИЯ БЕСПРОВОДНЫХ ЛОКАЛЬНЫХ СЕТЕЙ.

Беляев А.И. (11 класс)

ФМЛ № 1580 при МГТУ им.Н.Э.Баумана, г. Москва.

8. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОГРАММНЫХ ПЛАТФОРМ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ

Проскурня А.В., Кулигина Е.А.

Кафедра РК-6 МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия.

9. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ, ИСПОЛЗУЕМЫХ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ 3D МОДЕЛЕЙ И ОБУЧЕНИЯ РАБОТЫ С ПАКЕТАМИ САПР

Тумаков Р.Н.

Кафедра РК-6 МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия.

10. МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ UML МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ АСУ РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Трофимов Д. (5 курс)

Кафедра ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия.

11. ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ПАРАДИГМ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ СКВОЗНОГО СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТЕКСТОВЫХ СООБЩЕНИЙ

Цыганов И.Г. (аспирант)

Кафедра ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия.

12. ГЕНЕРИРОВАНИЕ ТЕСТОВОЙ ВЫБОРКИ ВЕКТОРОВ БОЛЬШОЙ РАЗМЕРНОСТИ В ЗАДАЧЕ САМООБУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Цыганов И.Г. (аспирант)

Кафедра ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия.

13. ПОСТРОЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУЛЬНО-ОБРАЗНОЙ ПОДСИСТЕМЫ ВВОДА ДАННЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Радуль О.А., Костра В.В.

Украинский государственный химико-технологический университет, ИТМ НАН Украины, Днепропетровск, Украина

14. ПРИМЕНЕНИЕ СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

Серёгин А. Ю.

Московский государственный институт электронной техники, Зеленоград, Россия

15. СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

Баранов А.Н.

Саратовский государственный технический университет, Саратов, Россия.

16. ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ ОПТИМИЗАЦИИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Разгуляев С.Ю.

Кафедра РК-6 МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия.

17. АНАЛИЗ И ПОДБОР ОПТИМАЛЬНЫХ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕДАЧИ МУЛЬТИМЕДИА--СОДЕРЖИМОГО КАК В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ, ТАК И В ВИДЕ ФАЙЛОВ

Демиденко В.А. (11 класс)

Физико-Математический Лицей №1580 при МГТУ им.Н.Э.Баумана

18. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПЛАВЛЕНИЯ ПОЛИМЕРОВ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСЦИЛЛИРУЮЩИХ ЭКСТРУДЕРОВ

Полосин А.Н.

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

19. НЕЙРОСЕТЕВОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ АМПЛИТУДЫ ДИСКРЕТНОГО СИГНАЛА ПО ЕГО ФАЗОВОМУ СПЕКТРУ

Соколенко Е.А., Хрящев В.В., Цветков М.С.

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, Ярославль, Россия

20. СРАВНИТЕЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЯДЕР ПРОГРАММ АНАЛИЗА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ.

Плакин Д.Е.

Кафедра РК-6 МГТУ им. Н.Э.Баумана, Москва, Россия

21. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ МЕТАДААННЫХ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ.

Харченко А.С.

МЭИ(ТУ), г.Москва, Россия

22. ТЕХНИЧЕСКИЙ БАЗИС ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ МОБИЛЬНОГО БИЗНЕСА

Колосков С.В., Беленко А.В., Букин В.М.

Кафедра ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия.

23. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТОЭЛЕКТРОННОГО ЧАСТОТНО-ДИНАМИЧЕСКОГО НЕЙРОННОГО ЭЛЕМЕНТА

Василецкий С.А., Хиллес Шади Мазин

Винницкий государственный технический университет, Винница, Украина

24. ОРГАНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СЕТЯХ НА БАЗЕ КОНВЕРГЕНЦИИ: МНОГОАГЕНТНАЯ СИСТЕМА “ИНФОБОТ”

Перевезенцев А.А.

Московский энергетический институт (технический университет), Москва, Россия

25. СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЮ

Напрасникова М. В.

Ростовский Государственный Университет, Ростов-на-Дону, Россия

26. СИСТЕМА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ПОСТРОЕНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ГЕОИЗОБРАЖЕНИЙ

Беломойцев Д.Е., Аксенов А.В., Андронов А.В., Бебутов Г.Г.

МГТУ им. Баумана, кафедра РК6

27. АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ КООРДИНАТ ТОЧЕК ПОВЕРХНОСТИ ПРИ КАЛИБРОВАННОЙ СТЕРЕОСЪЕМКЕ

Володин Ю.С.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра РК6.

28. АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ВЕРИФИКАЦИИ БАЗЫ ДАННЫХ ПО ФИЗИЧЕСКИМ ЭФФЕКТАМ

Коробкин Д.М.

Волгоградский Государственный Технический Университет, Волгоград, Россия

29. ГИС-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Вончагова А.Л.

Научный геоинформационный центр РАН, Москва, Россия

30. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРИБЛИЖЕННЫХ МНОЖЕСТВ В ОБЛАСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ

Куликов А.В.

Московский энергетический институт (технический университет)

31. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ С ПОМОЩЬЮ ЛОГИКИ АНТОНИМОВ.

Халитов Р.Р.

Саратовский государственный технический университет, г. Саратов, Россия.

32. РАЗРАБОТКА ГИС-ПРОДУКТОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СФЕРОЙ РЕГИОНА.

Смирнов С.В., Тюкавкин Д.В.

ИПУ им. В.А.Трапезникова, Москва, Россия

33. ИНДУКТИВНЫЙ ВЫВОД ОГРАНИЧЕНИЙ ЦЕЛОСТНОСТИ В ГРАФИЧЕСКИХ РЕДАКТОРАХ САПР

Митин Александр Александрович, Иванов Сергей Дмитриевич

Орловский Государственный Технический Университет, Орел, Россия

34. РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ РЕСУРСАМИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПОРТАЛА

Адамова Н.М., Аксенкин Д.Ю.

Таганрогский радиотехнический университет

35. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ И АСПИРАНТА

Галиновский А.Л.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, РФ

36. НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ВЕЕРНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ ВСП

Яппарова Е.А.

Томский Политехнический Университет, г. Томск, Россия

37. СИСТЕМА НАНЕСЕНИЯ ВНЕМАСШТАБНЫХ И МАСШТАБИРУЕМЫХ УСЛОВНЫХ
ОБОЗНАЧЕНИЙ

Курочкин И.И., Юров К.А.

кафедра «Вычислительные средства и системы», МГТУ им. Баумана

38. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНИМОСТИ СЕТОЧНЫХ МЕТОДОВ ПРИ ОПТИМАЛЬНОМ
ПРОЕКТИРОВАНИИ КОНСТРУКЦИЙ РАДИАТОРОВ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ЭА

К.П. Баслык

НИИСМ МГТУ им. Баумана

39. ПРИМЕНЕНИЕ СПУТНИКОВЫХ КАНАЛОВ СВЯЗИ ДЛЯ ДОСТУПА К
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ РЕСУРСАМ

Иванов В. В.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра Иу4.

40. РАСЧЕТ НАЧАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ И МОДЕЛИРОВАНИЕ БАЛЛИСТИЧЕСКОГО
ПОЛЕТА

Андриков Д.А.

МГТУ им. Баумана, кафедра ИУ1

СЕКЦИЯ 2

НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Среда, 16 апреля 2003 г., ауд.278 (гл. корпус МГТУ).

Начало в 13.00.

Председатель: профессор, д.т.н. Шахнов В.А.
Руководитель экспертной комиссии: профессор Парфенов Е.М.
Ученый секретарь: Соловьев В.А.

Экспертная комиссия: профессор Белов Б.И., профессор Чеканов А.Н, профессор Мысловский Э.В., к.т.н. Билибин К.И., к.т.н. Бурак Б.А., к.т.н. Григорьев В.П., к.т.н. Гриднев В.Н., к.т.н. Иванов Ю.В., к.т.н. МАРКЕЛОВ В. В., к.т.н. ПАРФЕНОВ О.Д., к.т.н. Макарчук В.В., к.т.н. Шерстнев В.В, к.т.н. Резчикова Е.В., Курносенко А., Ковалевский Ю.А., Глазунова Г.П.

1. МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНСТРУКТИВОВ ЕВРОМЕХАНИКА В УСЛОВИЯХ ТЕПЛОВЫХ И ВИБРАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Савченко С.Я.

2. СИСТЕМА ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОВОДНИКОВ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ

Уваров В. А. (3 курс)

Кафедра ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия.

3. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОИСКА ИНФОРМАЦИИ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СЕТЯХ

Руденко М. И. (2 курс)

Кафедра ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия.

4. ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОРОВ.

К.А. Меньшов (6 курс)

Кафедра ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия.

5. АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

Беленко А.В. (2 курс)

Кафедра ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия.

6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОРАССЕИВАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ ЭЛКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ

Колосков С.В. (6 курс)

Кафедра ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия.

7. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ДЕФЕКТОСКОПИИ

Сарбаев Д.Б., Юдин А.

Кафедра ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия.

8. ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЙРОАДАПТИВНЫХ СИСТЕМ АКТИВНОЙ ВИБРОЗАЩИТЫ В ПАКЕТЕ МАТЛАВ

Володин Е.А., Саффиулин Р.Р.

Кафедра ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия.

9. МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АКТИВНОЙ ВИБРОЗАЩИТЫ

Капустян В.В., Карпунин А.А., Ткачев К.Ю. (5 курс)

Кафедра ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия.

10. СПЕКТРАЛЬНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ПАРАДИГМ
Адов А.А. (2 курс)
Кафедра ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия.
11. ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА DES В УСТРОЙСТВАХ РЕАЛИЗУЕМЫХ НА ПЛИС
Поляков С.Н. (магистр каф. ВТ ТПУ)
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия
12. ИССЛЕДОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНЫХ РЕШЕНИЙ ЕС ЭВМ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Денисов А. А. (1 курс)
Кафедра ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия.
13. ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОКООРДИНАТНОГО ДИСКРЕТНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА В ГИБКОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СБОРКЕ ЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ НА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТАХ
Курносенко А. Е. (ассистент кафедры ИУ4)
Кафедра ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия.
14. РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ ОТ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА
Акрстиний М.В. (5 курс)
Кафедра ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия.
15. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНИМОСТИ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СЕТОЧНОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРОВОДНИКОВ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ С ЦЕЛЬЮ ЛОКАЛИЗАЦИИ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ.
Учуваткин М.В. (2 курс)
Кафедра ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия.
16. ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМАТОВ ЦИФРОВОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗВУКА И СРЕДСТВ ОБРАБОТКИ.
Мельников Е.Л. (11 класс)
ЭСШ №315
17. УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДАЛЬНОМЕР ДЛЯ РАБОТЫ В ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ
Бобков А.Е. (11 класс).
ФМШОЛ 444
18. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ОПТИМИЗАЦИОННОЙ ТРАССИРОВКИ КАБЕЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЛВС
Федосов А.В. (11 класс)
ФМЛ 1516
19. MSTU - МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС
Афанасьев А.В. (2 курс)
Кафедра ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия.
20. NEURAL NETWORK HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX FOR RAW MESSAGE STREAM CLUSTERIZATION IN REAL TIME MODE
Tsyganov I.G. (aspirant)
Department IU4, VMSTU
21. О ДИНАМИКЕ НАСТРОЙКИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ВХОДНОГО СИГНАЛА БОЛЬШОЙ РАЗМЕРНОСТИ И МОДАЛЬНОСТИ
Цыганов И.Г., Щелчков С.В.
Кафедра ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана, Научный Центр Нейрокомпьютеров РАСУ, Москва, Россия.
22. РЕКОНСТРУКЦИЯ ФАЗОВОГО ПОРТРЕТА СИСТЕМЫ ТЕПЛООБМЕНА
Никульчев Е. В., Волович М. Е.
Московская государственная академия приборостроения и информатики, г. Москва, Россия

23. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ПРИ ИМПУЛЬСНЫХ ИЗМЕРЕНИЯХ
Бутина А.В. (3 курс)
Кафедра ИУ4, МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия
24. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЛАНЕТАРНО-ВАЛЬЦЕВОГО ЭКСТРУДЕРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ
Козлов А.В.
Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
25. МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИСКРЕТНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДЕТАЛЕЙ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ С ПОЗИЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НАСЛЕДОВАНИЯ
Патраков Д. Н.
«МАТИ» - Российский государственный технологический университет им. К. Э. Циолковского, г. Москва
26. ПОВЫШЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ РАБОТЫ ЛИНЕЙНОГО ЭХО-КОМПЕНСАТОРА*
Тараканов А.Н., Мосеев А.Л., Назаровский А.Е.
Ярославский государственный университет им. П.Г.Демидова, Ярославль, Россия
27. ПЕРЕНОСНАЯ ТЕРМОКАМЕРА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРОВ
Денисов Л.П. (11 класс)
Школа № 1307
28. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ MECHANICAL DEKTOP СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ С ANSYS В ПРИЛОЖЕНИИ К ЗАДАЧЕ ШТАМПОВКИ РЕБРИСТЫХ ДЛИННОМЕРНЫХ ПАНЕЛЕЙ.
Никитина О.А.
Московский Гос. Институт Стали и Сплавов (Технол. университет), Москва, Россия
29. ИДЕНТИФИКАЦИЯ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ НЕЧИСЛОВОЙ ПРИРОДЫ В СУБД С НАЛИЧИЕМ ОШИБОК И ПРОПУСКОВ ДАННЫХ
Солодков А.Ю.
Саратовский государственный технический университет. г. Саратов. Россия.
30. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОТОЧНЫХ ДЕТАЛЕЙ
Галиновский А.Л.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, РФ
31. ВЕРОЯТНОСТНО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ
Чуйкова В.Б.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, РФ
32. АНАЛИЗ ШУМОВ SnO₂(Pt Pd) ГАЗОВЫХ СЕНСОРОВ ДЛЯ СЕЛЕКТИВНОГО ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ГАЗОВЫХ СРЕД.
Угрюмов Р.Б. Яковлев П.В. Кирнов Д.С.
Воронежский государственный аграрный университет, г. Воронеж, Россия.
33. ШУМОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ SnO₂(Pt Pd) ГАЗОВЫХ СЕНСОРОВ.
Угрюмов Р.Б. Яковлев П.В. Кирнов Д.С.
Воронежский государственный аграрный университет, г. Воронеж, Россия.
34. ФОРМАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ НА ЭТАПЕ СТРУКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЛАНОВ ОБРАБОТКИ
Хлыстов М. В.
ДВГТУ, Владивосток, Россия

35. АЛГОРИТМ ПРОГНОЗИРУЮЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ С НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛЬЮ ОБЪЕКТА ДЛЯ НЕЖЕСТКОГО МАНИПУЛЯТОРА
Шипитько И.А.
Дальневосточный государственный технический университет, Владивосток, Россия
36. ЗАВИСИМОСТЬ ШУМА КВАНТОВАНИЯ И ЭНТРОПИИ СКАЙЛ ПОЛОСЫ ОТ ШАГА КВАНТОВАНИЯ
Ганин А.Н.
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, Ярославль, Россия
37. ДВУМЕРНЫЙ РЕКУРСИВНЫЙ ЦИФРОВОЙ ФИЛЬТР ВТОРОГО ПОРЯДКА С СИММЕТРИЧНЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ*
Лебедев М.В., Рудых Д.В., Балусов И.Л.
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова
38. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ПОЛУТОНОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФРАКТАЛЬНОГО АЛГОРИТМА СЖАТИЯ
Манько В.Э., Манько Е.Э.
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова
39. ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУМЕРНЫХ РЕКУРСИВНЫХ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ ПЕРВОГО ПОРЯДКА С НЕЛИНЕЙНОСТЬЮ ТИПА НАСЫЩЕНИЕ ПРИ РАЗЛИЧНОМ ЧИСЛЕ УРОВНЕЙ КВАНТОВАНИЯ*
Рудых Д.В., Лебедев М.В., Малкова Т.В.
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, Ярославль, Россия
40. НЕЙРОСЕТЕВОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ АМПЛИТУДЫ ДИСКРЕТНОГО СИГНАЛА ПО ЕГО ФАЗОВОМУ СПЕКТРУ
Соколенко Е.А., Хрящев В.В., Цветков М.С.
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, Ярославль, Россия
41. СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ В ЦИФРОВОМ ПОЛИНОМИАЛЬНОМ ФИЛЬТРЕ ПЕРВОГО ПОРЯДКА*
Волков Д.Б., Саутов Е.Ю.
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, Ярославль, Россия
42. РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА СОПРЯЖЕНИЯ ФЛЕШ-ПАМЯТИ С УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПЭВМ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА AT29C040 ФИРМЫ АТМЕЛ.
Быков К.В., Соколов Н.Ю. (5 курс)
Каф. Иу4, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, РФ
43. ПРИБОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ АКУСТИЧЕСКИМ НИЗКОЧАСТОТНЫМ МЕТОДОМ
Лихопой А.А., Сысоев А.М.
Каф. Иу4, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, РФ
44. ОБ ОПЫТЕ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ САПР ПРИ РАЗРАБОТКЕ КД ПРИБОРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
Спиридонов А.В.
Каф. Иу4, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, РФ
45. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ БОРТОВОГО АМОРТИЗАТОРА С ЭЛЕМЕНТАМИ САПР ИТР
Кутаков С.
Каф. Иу4, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, РФ
46. РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОГО ОБУЧАЮЩЕГО ФИЛЬМА
Володина М. А.
Каф. Иу4, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, РФ
47. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ПРИ ИМПУЛЬСНЫХ ИЗМЕРЕНИЯХ.
Бутина А.В.
Каф. Иу4, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, РФ
48. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ БИБЛИОТЕКА CD/DVD ДИСКОВ

Волков А.Б.
Каф. Иу4, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, РФ

49. ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ МЕТОДОМ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ.

Гуревский А. В.
МГТУ имени Н. Э. Баумана, каф. СМ 12, асп.

50. АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ПРОВОДЯЩИХ СТРУКТУР.

Князев В.С.
Каф. Иу4, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, РФ

51. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ БНК 1-ГО УРОВНЯ "ЕВРОМЕХАНИКА"

Карасев В.И.
Каф. Иу4, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, РФ

52. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ БНК 1-ГО УРОВНЯ "ЕВРОМЕХАНИКА" С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ NASTRAN

Тазин К.В.
Каф. Иу4, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, РФ

53. ИССЛЕДОВАНИЕ БНК "ЕВРОМЕХАНИКА" НА МЕХАНИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ PRO/MESCHANICA.

Савченко С.Я.
Каф. Иу4, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, РФ

ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ САЛОН

Четверг, 17 апреля 2003 г., ауд.275-8 (гл. корпус МГТУ).

Начало в 10.00 (размещение экспозиции с 9.00).

Руководитель компьютерного салона: Соловьев В.А.

Экспертная комиссия: профессор Белов Б.И., профессор Парфенов Е.М., профессор Чеканов А.Н, профессор Мысловский Э.В., к.т.н. Билибин К.И., к.т.н. Бурак Б.А., к.т.н. Григорьев В.П., к.т.н. Гриднев В.Н., к.т.н. Иванов Ю.В., к.т.н. МАРКЕЛОВ В. В., к.т.н. ПАРФЕНОВ О.Д., к.т.н. Макачук В.В., к.т.н. Шерстнев В.В, к.т.н. Резчикова Е.В., Курносенко А., Ковалевский Ю.А., Глазунова Г.П., к.т.н. Журавлева Л.В., к.т.н. Камышная Э.Н., к.т.н. Власов А.И.

1. ВИРТУАЛЬНЫЙ КОМПЬЮТЕРНЫЙ МУЗЕЙ

Харченко А.

2. СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Быков К., Пугач К., Соколов Н.

3. ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ НЕАДАПТИВНЫХ СИСТЕМ АКТИВНОЙ ВИБРОЗАЩИТЫ В ПАКЕТЕ МАТЛАВ

Саффиулин Р.Р.

4. МОДЕЛЬ ТИПОВОЙ АСУ РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ СУБД ORACLE.

Трофимов Д., Якимчук С.

5. ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА НА БАЗЕ SHARC EZ-KIT LITE ПО КУРСУ "МИКРОПРОЦЕССОРЫ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ"

Меньшов К.А.

6. ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА НА БАЗЕ EZ-KIT 2189 ПО КУРСУ "МИКРОПРОЦЕССОРЫ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ"

Кунецов А.С.

7. MSTU - МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС.

Князев В.С., Афанасьев А.

8. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ВИБРОИСПЫТАНИЙ

Померанцев К.

9. КОМПЬЮТЕРНЫЙ КОМПЛЕКС ДЕФЕКТОСКОПИИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ПО МИКРОШЛИФАМ.

Юдин А., Сарбаев Д.Б.

10. ВИРТУАЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА

11. ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС ПОВЕРХНОСТНОГО МОНТАЖА УЗЛОВ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

12. УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДАЛЬНОМЕР ДЛЯ РАБОТЫ В ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ НА БАЗЕ МК AT90S4433.

Бобков А.Е.

13. ПЕРЕНОСНАЯ ТЕРМОКАМЕРА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОР

Денисов Л. П.

14. ЦИФРОВОЙ ВОЛЬТМЕТР.

Домовенков А.А.

15. АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДОВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО ПАРАЛЛЕЛЬНЫМ ИНТЕРФЕЙСАМ

Заец М.В., Ашенкамф Я.С.

16. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОИНДИКАЦИИ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ И МОДЕЛИРОВАНИИ ГОРОДА БУДУЩЕГО

- Кириллов А.Н.
17. ИНТЕГРИРОВАННАЯ СРЕДА РАЗРАБОТКИ ДЛЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ НА ЯДРЕ PICMICRO.
- Константинов П.А.
18. ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМАТОВ ЦИФРОВОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗВУКА И СРЕДСТВ ОБРАБОТКИ
- Мельников Е.Л.
19. ВИРТУАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ПОДГОТОВКИ АБИТУРИЕНТОВ.
- Скоблин И.Ю.
20. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ОПТИМИЗАЦИОННОЙ ТРАССИРОВКИ КАБЕЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЛВС.
- Федосов А.В.
21. УЧЕБНЫЙ ФИЛЬМ ПО РИТМ-ТЕХНОЛОГИИ С НА БАЗЕ FLASH.
- Володина М.А.
22. ВИРТУАЛЬНЫЙ КЛУБ PERL ПРОГРАММИСТОВ
- Кравченко А.
23. ВИРТУАЛЬНЫЙ КЛУБ ВЫПУСКНИКОВ КАФЕДРЫ ИУ4
- Смирнов В.
24. ХСРУРТ – ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПО СРЕДСТВАМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.
- Яценко А.
25. ИНФОРМАЦИОННЫЙ САЙТ ПО ПЛИС
- Яшин А.
26. АБИТУРИЕНТ ON-LINE
- Балашов Е., Сидоренко И.
27. РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА СОПРЯЖЕНИЯ ФЛЕШ-ПАМЯТИ С УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПЭВМ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА AT29C040 ФИРМЫ АТМЕЛ.
- Быков К.В., Соколов Н.Ю. (5 курс)
28. МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНСТРУКТИВОВ ЕВРОМЕХАНИКА В УСЛОВИЯХ ТЕПЛОВЫХ И ВИБРАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ
- Савченко Ю.
29. УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ ОТ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА
- Акрстиний М.В., Курносенко А.
30. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ПОСТРОЕНИЯ СЕТОЧНОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРОВОДНИКОВ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ С ЦЕЛЬЮ ЛОКАЛИЗАЦИИ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ.
- Учуваткин М.В.
31. СИСТЕМА ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОВОДНИКОВ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ
- Уваров В. А. (3 курс)
33. 3D ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ
- Новиков И. (3 курс)
34. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ БНК 1-ГО УРОВНЯ "ЕВРОМЕХАНИКА"
- Карасев В.И.
35. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ БНК 1-ГО УРОВНЯ "ЕВРОМЕХАНИКА" С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ NASTRAN
- Тазин К.В.
36. ИССЛЕДОВАНИЕ БНК "ЕВРОМЕХАНИКА" НА МЕХАНИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ PRO/MESCHANICA.
- Савченко С.Я.

На программно-компьютерном салоне также будут представлены интернет проекты студенческих групп, персональные интернет сайты и подведены итоги конкурса на лучший Flash ролик.

Программно технический салон будет проходить в лабораториях
кафедры ИУ4 МГТУ им.Н.Э.Баумана (ауд.275-8).

Виртуальный салон работает по адресу <http://iu4.bmstu.ru>

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

Круглый стол "Научные технологии и интеллектуальные системы".

Четверг, 17 марта 2003 г., зал заседаний Ученого Совета МГТУ им.Н.Э.Баумана.

Начало в 14.00.

1. Матвеев В.А.

Декан факультета Информатики и систем управления МГТУ им. Н.Э.Баумана.

2. Выступления представителей организаторов конференции:

3. Оргкомитет конференции, представители спонсоров конференции, администрация МГТУ им.Н.Э.Баумана и кафедры ИУ4 МГТУ им.Н.Э.Баумана

Награждение лауреатов и призеров конференции.

Подведение итогов конкурсов творческих работ.

Подведение итогов конкурсов кафедры ИУ4 МГТУ им.Н.Э.Баумана за 2003 год среди студентов и студенческих групп:

- лучшая статья в периодической печати по информационным технологиям.
- лучшая группа.
- лучший староста.
- лучший баннер WEB серверов кафедры.
- лучший WEB раздел группы.
- лучшая личная студенческая страница в интернете.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНСТРУКТИВОВ ЕВРОМЕХАНИКА В УСЛОВИЯХ ТЕПЛОВЫХ И ВИБРАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Савченко С.Я., Кязкин А. В., Гусаров М. Ю.

научный руководитель: профессор Парфенов Е.М.

Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана,
кафедра "Проектирование и технология производства ЭА" (Иу4).

MODELLING OF THE DESIGN EUROMECHANICS IN CONDITIONS OF THERMAL AND VIBRATING INFLUENCES

Savchenko S.U., Kjazkin A.V., Gusarov M.U.

the scientific chief: prof. Parfenov E.M.

Bauman Moscow State Technical University,
Department IU4.

Введение

Исследуем варианты реализации базовых несущих конструкций (БНК) для разрабатываемой высокопроизводительной телекоммуникационной системы, реализованной по мезонинной технологии и Compact-PCI архитектуре.

В бывшем СССР первые стандарты для базовых несущих конструкций, применяемых в специальной аппаратуре, появились в 1976 г. (ОСТ 4Г 0.4122-1-76). Разработка стандартов проводилась под руководством АО "Авангард" (г. Санкт-Петербург) ведущими предприятиями в различных отраслях, исходя из имеющейся технологии, компоновочных решений и обеспечения удобств и условий эксплуатации.

Количество вариантов БНК хотя и уменьшилось по сравнению с применявшимся ранее, но все же оставалось значительным. Данные БНК прошли полную отработку, в том числе по результатам серийного производства и длительной эксплуатации.

Следует отметить, что отработка стандартов изделия широкого применения окончательно считается только после проверки в серийном производстве и эксплуатации. Длительность этого цикла - 10-15 лет. Стандарты успели пройти все циклы отработки.

В 1986 г. созданы новые стандарты (ГОСТ 26765.12-16-86). В результате было сокращено количество типоразмеров, но, к сожалению, в некоторых видах аппаратуры были введены новые конструктивы, которые оказались несовместимыми с БНК, разработанными ранее.

В 1995 г. разработан новый стандарт - ГОСТ Р 50756.0-95 (рис. 1.2.1), где применен новый соединитель типа "Волна". Однако вновь БНК оказались несовместимы по габаритно-присоединительным размерам со стандартами, разработанными в 1976 г. и 1986 г.

БНК перечисленных выше стандартов несовместимы также и с зарубежными.

При выпуске новых стандартов предполагалось, что при первой же модернизации изделий новые БНК быстро заменят предыдущие. Однако этого не произошло. Например, в первой модернизации изделия, находящегося в настоящее время в серийном производстве, БНК, разработанных по стандарту 1976 г., более 90%, 10% - БНК, разработанные по стандарту 1986 г. Во второй модернизации количество БНК, разработанных по стандартам 1976 г. и 1986 г., одинаковое. Причем БНК, разработанные по стандарту 1986 г., так и не прошли полного цикла отработки: не было серийного производства и эксплуатации. Отработка же БНК, выпущенных по стандарту 1995 г., находится в начальной стадии.

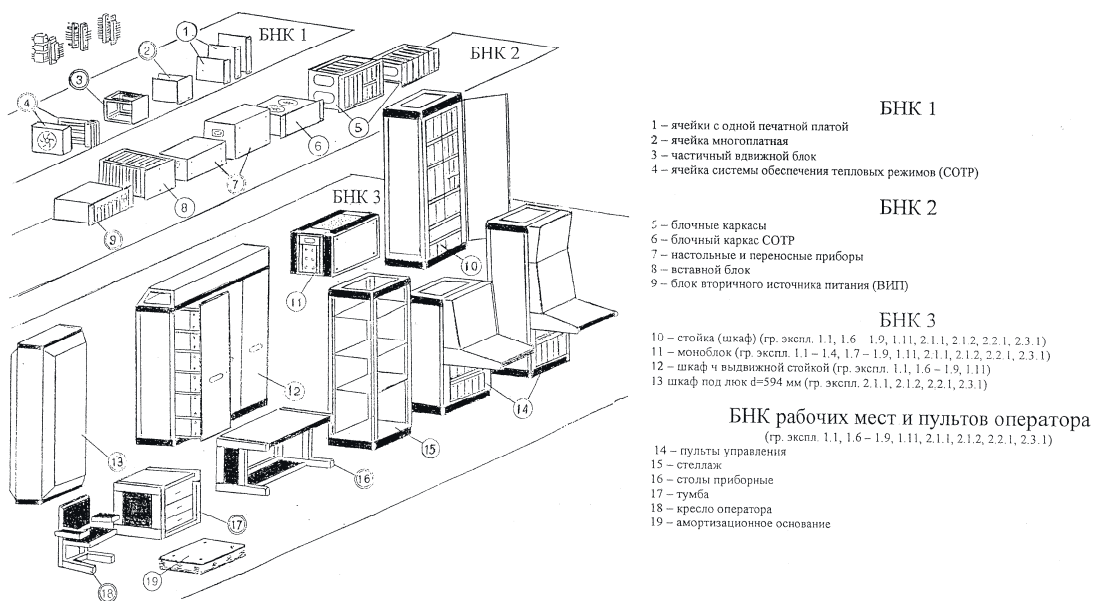


Рис. 1. Структурная схема МБНК.

Исходя из выше сказанного, для разрабатываемого изделия следует использовать БНК стандарта «Евромеханика». При разработке конкретных конструкций для изделия необходимо выбрать материалы, которые будут использоваться, а так же решить вопросы защиты от внешних механических воздействий и надежности БНК исходя из заданных условий эксплуатации. Для конкретных электрических схем необходимо решить вопросы обеспечения теплового режима в блоке (стойке) и электромагнитной совместимости.

Выбор материалов и покрытий

Выбор материала для несущих конструкций играет решающую роль в формировании массогабаритных характеристик изделия в целом. Особенно большое значение имеет этот этап при проектировании базовых несущих конструкций, поскольку закладывается весовая характеристика всех будущих электронных модулей изделий.

В качестве основного материала БНК стойки и блока целесообразно использовать, например, легкий сплав алюминия (АМгЗ), обладающий малой плотностью, хорошей обрабатываемостью. Боковые и лицевые панели блока можно изготавливать из листового материала, стяжки блока и стойки – из брусков методом протягивания или продольного фрезерования. Большим недостатком алюминия является то, что резьбовая поверхность быстро изнашивается, поэтому в местах крепления ячеек и блоков необходимо применять различные стальные вставки и резьбовые втулки.

Для изготовления направляющих ячеек можно использовать полистирол, например марки УПМ. Это позволит изготавливать направляющие методом литья из пластмасс.

В процессе контакта алюминия и стали возникает электрохимическая коррозия, поэтому необходимо введение покрытий. Алюминиевые конструкции необходимо подвергнуть анодному оксидированию, лицевую панель блока для придания эстетического вида дополнительно можно покрыть серебристой эмалью.

Обеспечение защиты от механических воздействий

Имеющийся опыт проведения испытаний на вибропрочность и виброустойчивость показывает, что основным слабым звеном в аппаратуре является печатная плата модуля.

При этом жесткость и прочность (главное - жесткость) блочного каркаса и его крепление влияют на работоспособность аппаратуры до определенного предела, после которого дальнейшее ужесточение конструкции практически уже не влияет на работоспособность печатной платы (ПП). Имеющиеся конструкции каркасов "Евромеханика" находятся на оптимальном уровне, и их дальнейшее ужесточение нецелесообразно.

Поэтому работоспособность зависит только от конструкции ПП, ее подкрепления.

Существует несколько вариантов защиты аппаратуры от механических воздействий:

- снижение требований при испытаниях, исходя из реальных перегрузок на носителях;
- подкрепление ПП;
- амортизация аппаратуры.

Наиболее оптимальным вариантом подкрепления является вариант, показанный на рис. 2

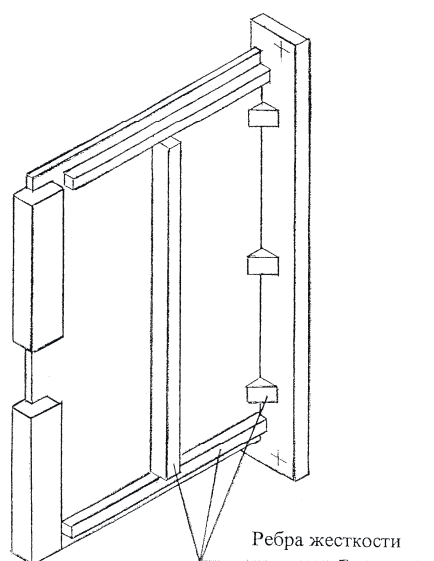


Рис.2. Модуль с ребрами жесткости.

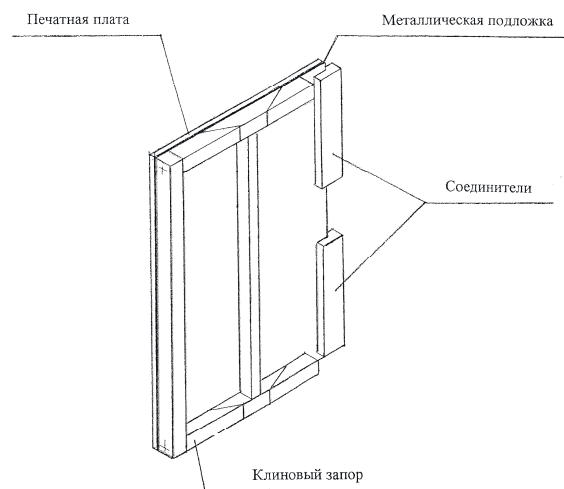


Рис.3. Модуль с кондуктивным съемом тепла.

Для более жестких условий возможно также применение модулей с кондуктивным съемом тепла. Модуль с кондуктивным съемом тепла имеет печатную плату с металлической подложкой и мощные ребра, как показано на рис.3, при этом имеются клиновые элементы крепления.

При амортизации динамический анализ блока с модулями, выполненными в конструктиве "Евромеханика 6U" (печатные платы размером 160x233 мм), в диапазоне 5-2000 Гц показал значительное снижение перегрузок (примерно в 4 раза) при установке блока на амортизаторы типа АПМН. Это позволяет использовать модуль без подкрепления. Возможно использование амортизаторов типа АП, но лучшие показатели имеют амортизаторы типа АПНМ (коэффициент динамичности не превышает 4 во всем диапазоне от 5 до 2000 Гц).

Необходимо отметить, что в настоящее время авиационная и морская специальная аппаратура устанавливается на амортизаторах: авиационная - на амортизаторах типа АПНМ, а морская аппаратура - на амортизаторах, разработанных "НИИ телевидения" (г. Санкт-Петербург). Эти амортизаторы рассчитаны на нагрузку до 500 кг.

Амортизация аппаратуры позволяет значительно повысить надежность аппаратуры.

Выбор варианта защиты от внешних механических воздействий зависит от заданных условий эксплуатации изделия. Проведение связанных с этим расчетов наиболее удобно в

соответствующих системах автоматизированного проектирования (САПР). При этом достигается высокая точность расчетов.

Одной из таких систем является САПР Pro/Engineer и интегрированные в нее модули. Разработчиком данной САПР является американская компания PTC (Parametric technologies corporation). Система Pro/Engineer является полнофункциональной системой объемного параметрического моделирования верхнего уровня. В ее состав входят различные модули объемного параметрического моделирования и инженерного анализа (CAD, CAM, CAE). Инженерным анализом занимается модуль Pro/Mechanica. Он тесно интегрирован с основными модулями системы. Расчет производится на основе метода конечных элементов, поэтому в этой системе возможен анализ практически любых форм конструктивов, состоящих из балок, пластин, твердых тел.

В качестве оценки типового варианта конструктивной реализации исследуем блок приведенный на рис. 3. Это стандартный блок БНК «Евромеханика» высотой 6U и шириной 19” с некоторыми элементами, обеспечивающими встраивание этого блока в стойку другого стандарта БНК. При этом никаких конструктивных изменений в самом блоке нет. Просто добавлены некоторые внешние элементы.

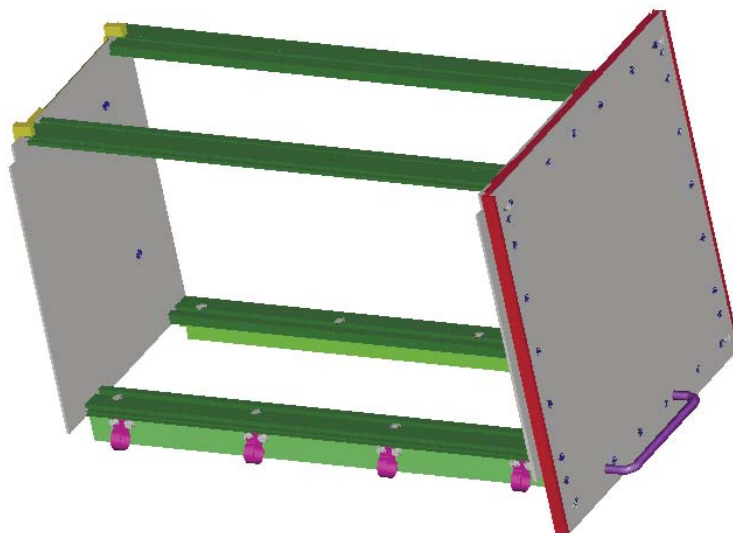


Рис.4. Исследуемый блок.

В качестве условий эксплуатации выбрано гусеничное шасси. Конструкция, удовлетворяющая таким жестким условиям, безусловно, будет отвечать и более мягким требованиям, например к лабораторному оборудованию (в том числе, возможно, и без системы амортизации, о которой будет сказано ниже). Блок должен выдержать воздействие механических ударов многократного действия до 15 g при $\tau_{и}=10$ мс. Сечение стяжек (32x8) мм; материал стяжек – алюминий АМг 3М; длина стяжек – 438 мм; стяжки закреплены полностью, т. е. отсутствует как перемещение, так и вращение стяжек относительно боковых панелей; блок считается закрепленным в восьми угловых точках. Масса максимально возможного количества ячеек в блоке условно разделена на четыре части, расположенные по середине стяжек (рассматривается наихудший вариант).

Переходим от внешнего вида блока к модели, с которой будем проводить дальнейшие действия. Ее вид в модуле Pro/Mechanica приведен на рис.4.

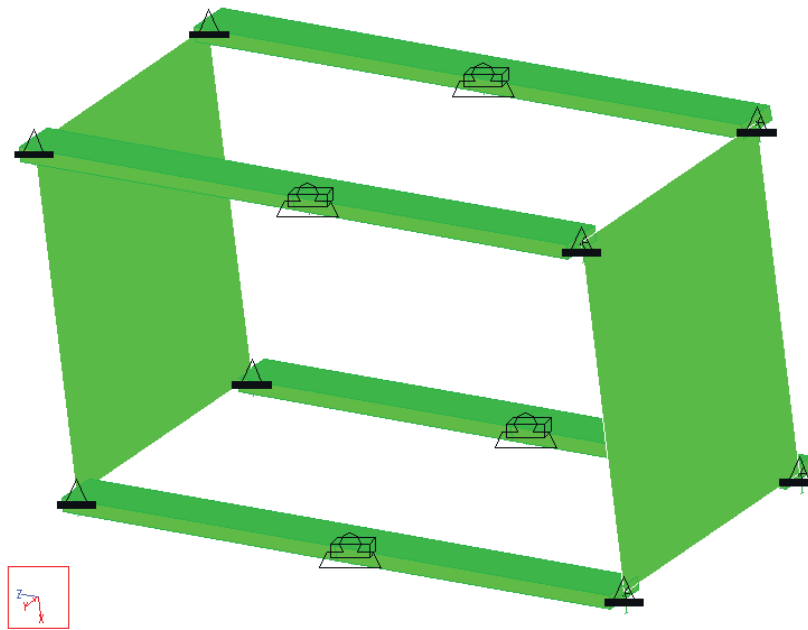


Рис.5. Модель исследуемого блока.

В данной работе, наряду с другими параметрами модели, приводятся общая масса модели (в тоннах) и собственные частоты модели.

График коэффициента динамичности, построенный системой приведен на рис.6.

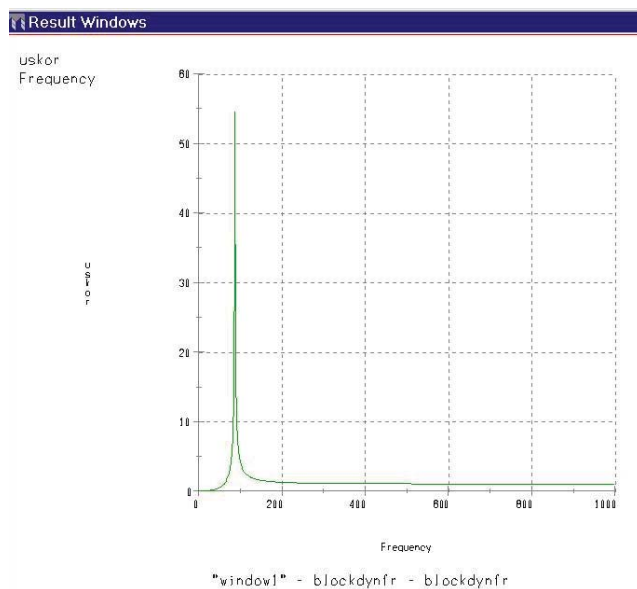


Рис.6. Коэффициент динамичности при сечении стяжек (32x8) мм

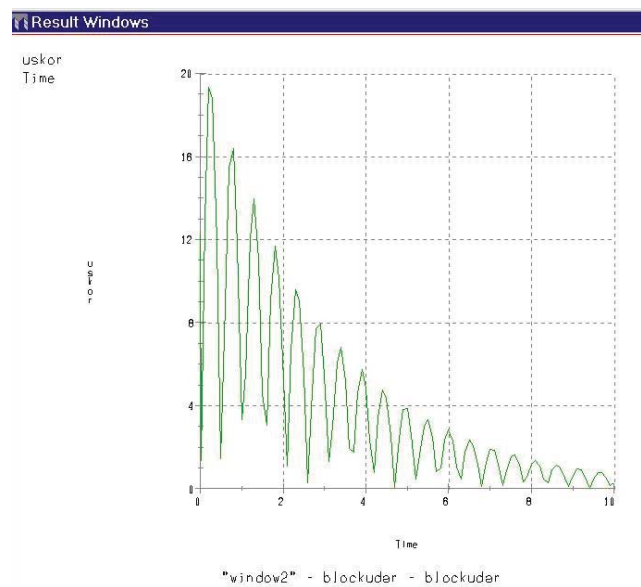


Рис.7. Реакция на ударный импульс при сечении стяжек (32x8) мм

Проведем анализ для ударного воздействия. График возникающих колебаний приведен на рис.7.

Расчет на ударные нагрузки показал, что ни один из вариантов не выдерживает воздействие импульса (не обеспечивается требуемое затухание колебаний не менее чем на 0.9 от максимального значения за 0.8 сек.), поэтому необходимо использование амортизаторов.

Амортизацию необходимо использовать на уровне стойки, но ввиду того, что в данном примере исследуется только блок, то для расчетов было принято, что стойка абсолютно жесткая и амортизаторы располагаются в местах крепления блока к стойке. Для

защиты от ударного импульса нужно использовать амортизатор со сравнительно небольшой жесткостью. В качестве амортизатора был выбран АПН-6-176. Он обладает грузоподъемностью в 600Н, жесткостью 176 Н/мм и коэффициентом демпфирования 0.6.

Обеспечение теплового режима

Наибольшие трудности при обеспечении тепловых режимов возникают в подвижных объектах, где в основной части аппаратуры применяется воздушное охлаждение. Известно, что температура микросхемы определяет надежность ее работы.

Так, если надежность работы микросхемы при температуре, равной 85°C, принять за единицу, то при допустимой температуре, равной 125°C, надежность снижается в 4 раза.

В подвижных объектах из-за большого объема аппаратуры не всегда удается создавать оптимальные тепловые режимы.

В то же время применяемая, например, в аппаратуре ЭВМ "Багет" современная элементная база имеет большие удельные тепловыделения.

Кроме того, модуль с ПП 160x233 мм ("Евромеханика 6U") имеет худшие условия охлаждения, чем модуль с ПП 170x200 мм, применяемый в специальной аппаратуре. Поэтому при применении аппаратуры ЭВМ "Багет" следует обратить внимание на обеспечение нормальных тепловых режимов.

В стойке для организации принудительного обдува блоков используют следующие конструкторские решения: ячейки блоков размещают вертикально, это улучшает циркуляцию воздуха. Самым нижним блоком является блок вентиляторов или входящие раструбы воздухопроводов. Над стойкой располагают выходные раструбы. Система замыкается через теплообменники, откуда выделившееся тепло отдаются в окружающую среду. В боевых системах, как показывает опыт боевых действий в Югославии, следует применять замкнутую систему во избежание попадания в систему графитовых порошков и других вредных для техники смесей.

В качестве варианта рассмотрим итерационный расчет по методике профессора кафедры ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана А. Н. Чеканова.

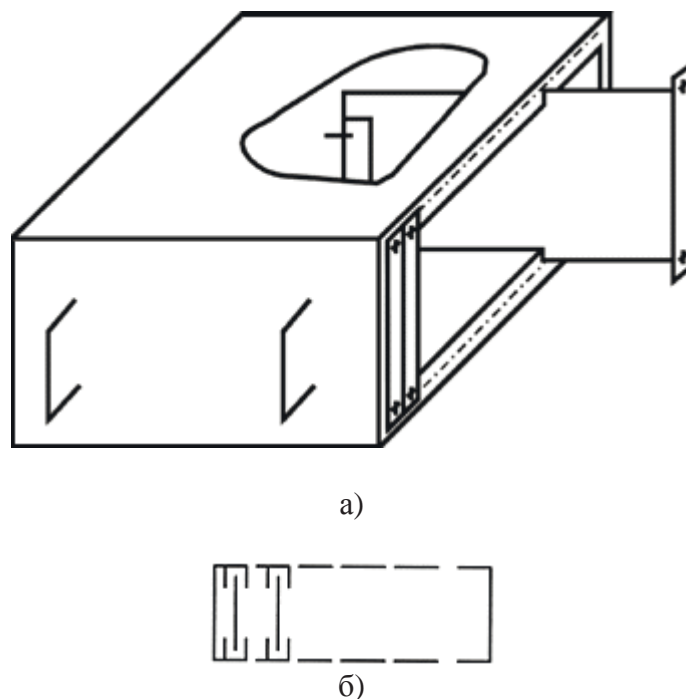


Рис.8. Общий вид (а) и тепловая схема (б) блока.

Целью данного расчета является определение максимально допустимой рассеиваемой мощности стойки при заданном расходе воздуха, обеспечиваемым блоком вентиляции.

Исходные данные к расчету:

- блок вентиляторов в количестве 3-х штук обеспечивает расход воздуха 2.5 кг/час;
- компоновка плат вертикальная;
- температура входного потока 25 °С;
- предполагаемая температура выходного потока 40°С.

Для расчета необходимо задаться некой начальной мощностью стойки, определить необходимый для отвода тепла расход, сравнить с обеспечиваемым и сделать новую итерацию.

Тепловая схема блока: блок перфорированный, платы размещены вертикально:

Расчет показал, что обеспечиваемый блоком вентиляторов расход воздуха позволяет отводить 500 Вт выделяемого тепла стойки.

Возможно, для уточненных расчетов, использовать специализированные пакеты на основе алгоритмов сеточной аппроксимации объекта типа среда-структура, что обеспечит построение карт тепловых полей для оптимальной компоновке мезонинных модулей разрабатываемой системы.

Обеспечение электромагнитной совместимости

Помехи, возникающие в процессе работы изделия можно классифицировать как внутренние и внешние. К внутренним помехам относят те, которые возникают в ячейке, между ячейками, в соединительных жгутах. Внешние помехи возникают под влиянием внешних электромагнитных полей.

В ячейке возможно возникновение паразитных наводок между проводниками вследствие наличия емкостных и индуктивных связей. Оценка таких наводок заключается в определении максимальной длины совместного прохождения проводников.

Паразитная наводка между ячейками возникает при наличии на одной из них элемента, излучающего электромагнитное поле, а на другой – элемента, чувствительного к воздействию этого поля. К возможным способам защиты следует отнести разнесение таких ячеек в пространстве, вставкой между ними экранов или применение мезонинных плат, позволяющих сократить длину коммутирующихся линий.

Помехи в жгутах заключаются в том, что сигнал одного из кабелей проявляется в другом в качестве помехи. Происходит это из-за наличия взаимоиндукции в жгуте. Решением этой проблемы может быть разделение кабелей по функциональному признаку: цепи питания, сигнальные цепи и т.д. Также можно применить особую вязку жгутов скрещиванием. Для уменьшения влияния помех от жгутов можно применять специальные кабелеукладчики.

Внешние помехи от наружных источников электромагнитного поля ослабляются самим корпусом блока или стойки. Корпус стойки заземляется. Таким образом, можно достичь так называемую электромагнитную герметичность блока. Различают экранирование в ближней и в дальней зоне. Магнитостатические и электростатические экраны применяют при возникновении магнитного или электрического поля вблизи чувствительного элемента, поскольку такие поля значительно ослабевают с увеличением расстояния. В таких случаях применяют парамагнетические экраны из меди.

В дальней зоне возникает электромагнитная помеха. В этих случаях следует применять ферромагнетические экраны. Экранирование в дальней зоне является наиболее сложным с технической точки зрения.

В случае действия помех обоих типов используются комбинированные слоистые экраны из ферромагнетика с напыленным парамагнетиком.

Существует ряд методик расчетов, разработанных на кафедре ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана, связанных с обеспечением электромагнитной совместимости. Например, методика доцента кафедры Иу4 Шерстнева В. В., изложенная в [6].

Анализ надежности БНК

Надежность несущей конструкции складывается из несущих способностей каждого элемента. Эта способность описывается разностью между эквивалентным действующим напряжением в материале и его предельно допустимым значением. Со временем, поскольку материал подвергается постоянному воздействию статических и динамических нагрузок, возникает эффект старения. Он выражается в том, что предельное значение эквивалентного напряжения уменьшается. В тот момент времени, когда это значение станет соизмеримо с действующим значением эквивалентного напряжения, произойдет отказ конструкции. Такие отказы называются параметрическими. Для анализа такого отказа воспользуемся вероятностной методикой, предложенной профессором кафедры ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана Чекановым А.Н.

В основу построения вероятностных моделей положен математический аппарат, основанный на том, что каждый элемент НК обладает определенной несущей способностью по отношению к нагрузкам. Взаимное соотношение параметров прочности и нагрузки определяет отказ элементов, а к факторам, активно влияющим на отказ, можно отнести свойства материала, статистические данные о нагрузке, концентрации напряжений, геометрические разбросы - допуски на геометрию элементов и т.п. Вероятностная методика оценки элементов НК позволяет наиболее полно учитывать многие случайные величины и законы их распределения. Работоспособность элемента конструкции могут характеризовать такие величины, как средние значения прочности \bar{P} и напряжение \bar{H} ; S_P и S_H - их средние квадратичные отклонения (СКО) соответственно.

При нормальном законе распределения выражение для вероятности безотказной работы можно представить в виде:

$$P = \frac{1}{2\pi} \int_{\frac{\bar{P}-\bar{H}}{\sqrt{S_P^2-S_H^2}}}^{\infty} e^{-x^2/2} dx \quad (1)$$

При описании случайных величин, подчиняющихся нормальному закону, достаточно знать математическое ожидание и дисперсию, которые находятся путем разложения функции, определяющей тот или иной параметр, в ряд Тейлора.

Функция связи

$$Z = \frac{\bar{\sigma}_T - \bar{\sigma}_{ЭКВ}}{\sqrt{S_{\sigma T}^2 + S_{\sigma_{ЭКВ}}^2}} \quad (2)$$

где $\bar{\sigma}_T$ - среднее значение предела текучести;

$S_{\sigma T}$ - СКО предела текучести;

$\bar{\sigma}_{ЭКВ}$ - среднее значение эквивалентного напряжения;

$S_{\sigma_{ЭКВ}}$ - СКО эквивалентного напряжения.

$\bar{\sigma}_T$ и $S_{\sigma T}$ являются табличными величинами, $S_{\sigma_{ЭКВ}}$ получают путем разложения функции напряжения в ряд Тейлора.

На рис.9 представлен алгоритм вероятностного расчета, одинаковый для стержневого, балочного и пластинчатого элементов, за исключением формул вычисления значения эквивалентного напряжения и площади сечения.

На магнитном носителе в файле (блок 2) находятся исходные данные:

- радиус сечения элемента;
- длина элемента;
- массовая плотность;
- предел текучести растяжения и сжатия;
- напряжения в элементе под действием приложенной нагрузки.

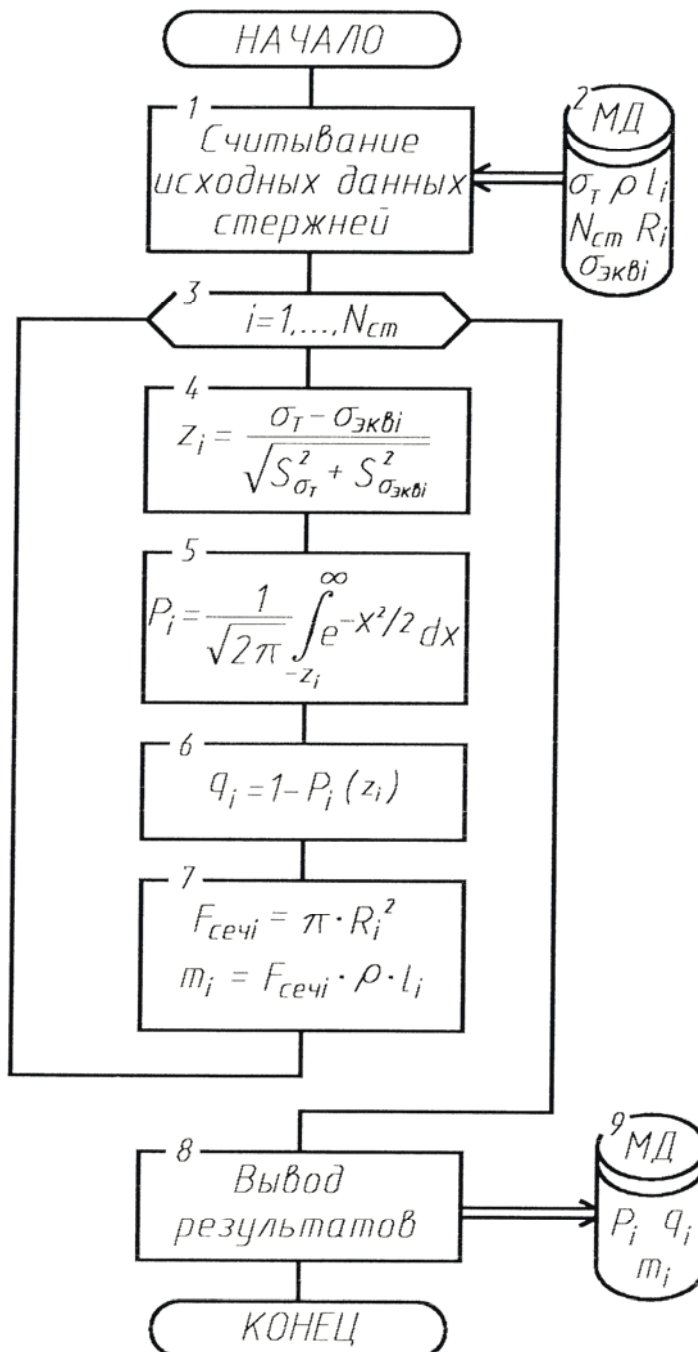


Рис.9. Алгоритм вероятностного расчета.

Блок 1 считывает исходные данные и определяется число элементов типа стержень, балка или пластина в НК. В блоке 3 задается цикл на число элементов. В блоке 4 определяется величина аргумента z функции нормального распределения, а расчет численных значений вероятности безотказной работы осуществляется в блоке 5. В качестве

расчета интеграла вероятности используется преобразованная к соответствующему виду встроенная функция ошибок.

В блоке 6 вычисляется вероятность отказа.

Величины p_i - вероятность безотказной работы и q_i - вероятность отказа передаются в блок 7, где вычисляется масса рассчитываемого элемента. Полученные результаты выводятся в файл на магнитный носитель (блок 9) и алгоритм передает управление оператору цикла (блок 3). В результате работы этой подпрограммы будет сформирован файл с массами элементов и их вероятностями безотказной работы и отказа.

Расчет произведем с помощью программы «Оптима», реализующей вышеуказанную методику. Программа разработана на кафедре ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана Кяжкиным А. В. и Гусаровым М. Ю. в 2000 году.

Введем в программу необходимые данные о геометрии и физических свойствах. Модель примет вид, показанный на рис.10. Производим расчет при различных значениях σ_T . Результаты расчета сведем в график, представленный на рис.11.

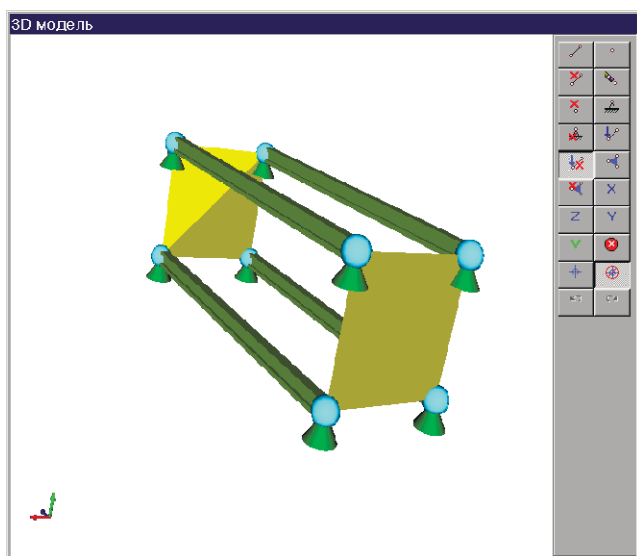


Рис.10. 3D Модель конструкции в программе «Оптима».

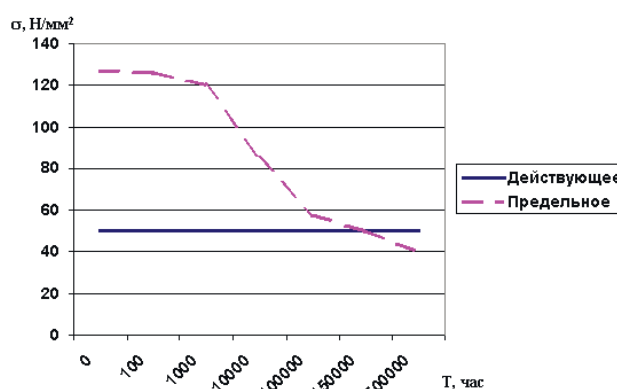


Рис.11. Результаты расчета.

По графику видно, что линии действующего и предельного отклонений пересекаются в районе 150000 часов. Таким образом, при доверительной вероятности 0,99 параметрический отказ произойдет после 150000 часов непрерывной работы.

Выводы:

Из опыта разработки и использования различных стандартов БНК в нашей стране и за рубежом следует, что для создания современной аппаратуры, соответствующей международным стандартам, предпочтительнее использовать БНК стандарта «Евромеханика».

При разработке конкретных конструкций для изделия необходимо выбрать материалы, которые будут использоваться, а так же решить вопросы защиты от внешних механических воздействий и надежности БНК исходя из заданных условий эксплуатации. Для конкретных электрических схем необходимо решить вопросы обеспечения теплового режима в блоке (стойке) и электромагнитной совместимости.

Основными путями защиты аппаратуры от механических воздействий являются:

- снижение требований при испытаниях, исходя из реальных перегрузок на носителях;
- подкрепление ПП;
- амортизация аппаратуры.

Выбор варианта защиты от внешних механических воздействий зависит от заданных условий эксплуатации изделия. Проведение связанных с этим расчетов наиболее удобно в соответствующих системах автоматизированного проектирования (САПР). При этом достигается высокая точность расчетов. Одной из таких систем является САПР Pro/Engineer и интегрированные в нее модули. Данный пакет программ имеется и на кафедре ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана. С его помощью возможно проведение различных расчетов, связанных с обеспечением защиты от внешних механических воздействий, для любых модулей БНК.

Обеспечение теплового режима имеет важное значение, так как, например, температура микросхемы определяет надежность ее работы. В зависимости от условий эксплуатации возможно использование как естественного, так и принудительного охлаждения. Для организации принудительного охлаждения можно в качестве самого нижнего блока стойки использовать блок вентиляторов или входящие раструбы воздухопроводов. Над стойкой располагают выходные раструбы. Система замыкается через теплообменники, откуда выделившееся тепло отдается в окружающую среду. Существует ряд методик для расчета теплового режима, в том числе и разработанные на кафедре ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана, и ряд программных продуктов для этих целей.

Необходимо выполнить ряд расчетов, связанных с обеспечением электромагнитной совместимости. Существует ряд методик расчетов, разработанных на кафедре ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана. Оценка паразитных наводок между проводниками, вследствие наличия емкостных и индуктивных связей, заключается в определении максимальной длины совместного прохождения проводников. К возможным способам защиты от паразитных наводок между ячейками следует отнести разнесение таких ячеек в пространстве, вставку между ними экранов или применение мезонинных плат, позволяющих сократить длину коммутирующихся линий. Решением проблемы помех в жгутах может быть разделение кабелей по функциональному признаку. Также можно применить особую вязку жгутов скрещиванием. Для уменьшения влияния помех от жгутов можно применять специальные кабелеукладчики. Внешние помехи от наружных источников электромагнитного поля ослабляются самим корпусом блока или стойки. Магнитоэлектрические и электростатические экраны применяют при возникновении магнитного или электрического поля вблизи чувствительного элемента. Для уменьшения влияния внешних помех в дальней зоне следует применять ферромагнитические экраны.

Для оценки надежности следует оценить время работы конструкции, по истечении которого произойдет параметрический отказ. Для анализа такого отказа можно воспользоваться вероятностной методикой, предложенной профессором кафедры ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана Чекановым А.Н. По соответствующему этой методике алгоритму работает программа «Оптима», составленная на кафедре ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана.

Литература

1. Клеев В. Д., Победин В. И., Хаит Е. Б. Руководящий материал по применению несущих конструкций «Евромеханика» в специальной аппаратуре. – НИЭМИ, 1999.
2. Руководство по стандарту МЭК-821.
3. Чеканов А.Н., Съедугин В.В., Маркелов В.В. Методические указания к курсовой работе «Компоновка и расчеты конструктивных параметров блоков ЭВА». /Под редакцией А.Н. Чеканова – М.:МГТУ, 1980г.
4. Журнал «Геофизика». №6-2001 – Евро-Азиатское географическое общество.
5. Каталог оборудования фирмы RITTAL 2000 г.
6. Шерстнев В. В. Конструирование и микроминиатюризация ЭВА: Учебник для ВУЗов. – М.: Радио и связь, 1984 г.

СИСТЕМА ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОВОДНИКОВ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ

Уваров В. А. (3 курс)

научный руководитель: к.т.н., доцент Власов А.И.

Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана,
кафедра “Проектирование и технология производства ЭА” (Иу4).

SYSTEM OF TESTING OF CONDUCTORS OF PRINTED-CIRCUIT-BOARDS ON SERVICEABILITY

Uvarov V.A. (student of 3-th year)

the scientific chief: Ph.D. Vlasov A.I.

Bauman Moscow State Technical University,
Department IU4.

Аннотация. В докладе предложен комплексный подход к проблеме автоматизированного анализа проводников печатных плат на работоспособность. Рассматривается один из методов решения этой проблемы на основе разрабатываемого устройства на базе микроконтроллера семейства MCS-51.

The summary. In the report the complex approach to a problem of the automated analysis of conductors of printed-circuit-boards on serviceability is offered. One of methods of the decision of this problem is considered on the basis of the developed device on the basis of the microcontroller of family MCS-51.

Одной из актуальных задач перед экспертами, работающими в области технического контроля новых устройств, является проблема тестирования проводников печатных плат на работоспособность и выявление дефектов. В частности, много времени тратится на то, чтобы проверить на наличие дефектов шины адреса и данных к внешнему оперативному запоминающему устройству (ОЗУ). Данная работа предлагает один из методов быстрого тестирования шин адреса и данных к внешним ОЗУ с помощью тестирующей системы на базе микроконтроллера семейства MCS-51.

Работа включает создание программатора и необходимого программного обеспечения для микроконтроллера. Система основана на двоичной логике, суть ее состоит в анализе комбинаций нулей и единиц, посылаемых к внешней памяти от соответствующих портов микроконтроллера: посылая комбинацию к внешней памяти формируем тестовую выборку, после чего считываем эту же комбинацию из внешней памяти и анализируем их. На основе полученных сравнений посылаемых и принимаемых комбинаций можно сделать вывод, какие части шины работоспособны, а какие имеются дефекты: в каких разрыв, какие замкнуты на шину земли/питания. Если бы эти проводники проверял человек (во многих случаях так оно и бывает) с тестером в руках, то на это ушло бы не мало времени, так как мы можем иметь в восьми разрядной системе 2^8 различных комбинаций и в какой из них дефект

требует не мало времени поиска, которое и должно уменьшиться с помощью системы тестирования.

Все элементы тестирующей системы созданы на экспериментальных печатных платах ручного производства. Программа для тестирования разработана на языке программирования Ассемблера в среде программирования KEIL nVision2. Инструментальная среда для программатора разработана на языке С.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОИСКА ИНФОРМАЦИИ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СЕТЯХ

РУДЕНКО М. И.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Власов А.И.
кафедра ИУ4, МГТУ им. Н.Э. Баумана

RESEARCH of METHODS of information SEARCH In the DISTRIBUTED NETWORKS

RUDENKO M.I.

THE SCIENTIFIC CHIEF: PH. D, SENIOR LECTURE VLASOV A.I.

ICS4, BMSTU

E-MAIL: LEVENT@IU4.BMSTU.RU

HTTP://MPSYSTEMS.IU4.BMSTU.RU

Аннотация

В работе исследованы наиболее распространенные методы поиска информации в распределенных гетерогенных сетях. Указаны основные достоинства и недостатки каждого метода. Предложены возможные методы устранения недостатков и пути совершенствования существующих систем. Рассмотрены основные принципы индексирования Интернет-пространства.

Abstract

In the work the most widespread methods of information search in the distributed heterogeneous networks are investigated. The basic merits and demerits of each method are specified. Probable methods of elimination of lacks and the ways of perfection of existing systems are offered. Main principles of indexing of Internet - space are considered.

Введение

В настоящее время сеть Интернет становится одним из основных поставщиков информации. Объем Сети неуклонно растет, пополняясь не только персональными страничками, но и переведенными в электронный вид различными базами знаний, как-то, например: фонды библиотек, музеев искусств, электронные версии бумажной прессы.

Помимо оцифрованных изданий свою лепту в рост Сети вкладывают и Интернет-порталы различных тематик, объем информации которых уже превышает сотни Гигабайт.

В такой ситуации ключевой проблемой является задача быстрого и максимально эффективного поиска, т.е. такого поиска информации, который позволит за минимальное время найти по запросу пользователя наиболее релевантные (подходящие) ресурсы.

1. Методы поиска информации в распределенных сетях

Существует широкий спектр методов поиска информации в сети Интернет, которые, однако, можно подразделить на три основные группы: поисковые машины, каталоги и форумы.

Рассмотрим их основные достоинства и недостатки.

1.1. Поисковые машины

Поисковые машины условно можно разделить на серверные и клиентские.

Серверная поисковая машина - это программно-аппаратный комплекс высокой производительности, нацеленный на обслуживание множества клиентов одновременно. Следствиями его высокой производительности являются: малое время отклика и обработки запроса. ПО, установленное на сервере, обычно использует все современные возможности поиска информации, в силу высоких аппаратных характеристик сервера.

Клиентская поисковая машина, или *интеллектуальный агент*, - это ПО, предназначенное для поиска информации и установленное на компьютере клиента, либо загруженное из сети и работающее на стороне клиента. По сравнению с серверным вариантом является более узкоспециализированным (ищет ссылки только в определенном секторе Сети), менее быстрым, но при этом более гибким в настройке. В ближайшем будущем появятся агенты, адаптирующиеся к кругу интересов пользователя (например, при помощи нейросетевых, или других алгоритмов) и добивающиеся поэтому лучших результатов в поиске. Также, такие интеллектуальные агенты могли бы отправлять наиболее популярные ссылки своего владельца на основной поисковой сервер, что повысило бы качество поиска и серверной машины.

Основным недостатком поисковых машин является их низкий уровень «интеллекта», что ведет к выдаче недостаточно релевантных ссылок. Решение данной проблемы заключается в применении прогрессивных методов искусственного интеллекта для обработки и анализа текстовой информации.

1.2. Каталоги

Альтернативным способом поиска являются Интернет-каталоги. Построенные в виде древовидной структуры, они позволяют пользователю, спускаясь от общих понятий к более узким, найти ссылку на сайт с интересующей их информацией. Преимущество таких систем перед поисковыми машинами заключается в том, что они база данных каталогов наполняется людьми, что приводит к высокой релевантности расположенных в них ссылок. С другой стороны, понятия, находящиеся в листах (конечные точки поиска) дерева зачастую слишком широки для конкретного запроса и выводят пользователя на сайт, где предположительно может находиться требуемая информация. Объем базы данных каталогов сравнительно невелик, скорость пополнения базы на порядок ниже, чем у автоматизированных поисковых машин. Также ниже и скорость поиска по каталогу.

Одним из способов устранения вышеизложенных недостатков каталогов, а также поисковых машин, является их объединение в общую структуру. Это позволяет придать такой гибридной структуре скорость поиска поисковых машин в сочетании с точностью (релевантностью) каталогов.

1.3. Форумы

Информацию в Интернет можно искать также при помощи специализированных форумов. Для этого необходимо зайти на подобный форум, задать вопрос и ждать, что с определенной вероятностью найдется компетентный человек, который сможет ответить на этот вопрос.

Скорость поиска в таком случае, естественно, определяется больше вероятностными и субъективными факторами, но если будет дан ответ, то степень его релевантности будет в большинстве случаев стремиться к максимальной.

На данный момент существует специализированные поисковые порталы, сочетающие в себе сразу три вида поиска, при этом ядром такой поисковой системы является поисковая машина.

2. Принципы работы поисковых машин

Рассмотрим основные принципы работы поисковой машины на примере известной системы Google.

2.1. Общая схема работы

Ежедневно Google обрабатывает более 65 миллионов запросов [1]. Обработка ведется 6 тысячами серверов, объединенных в пул, с объемом оперативной памяти каждого из серверов от 256 Мбайт до 1 Гбайт.

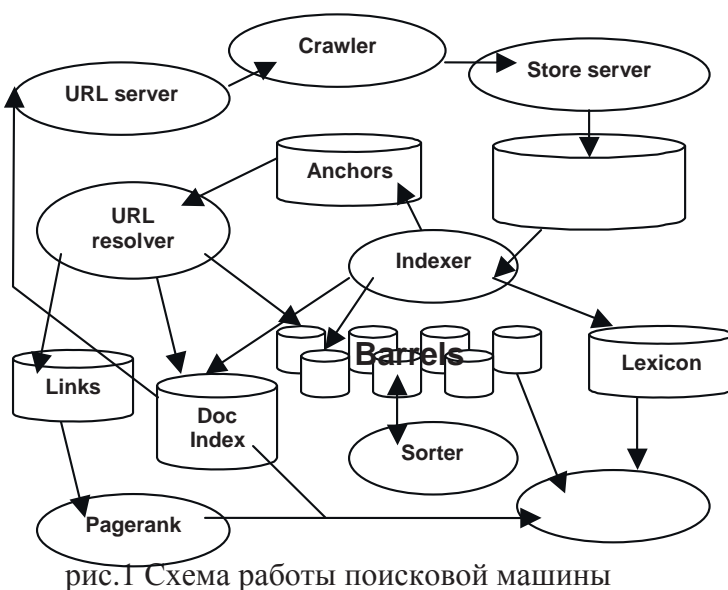


рис.1 Схема работы поисковой машины

На рис 1. представлена схема работы поисковой системы Google. Первым в дело вступает кроулер (Crawler) – специальная программа-робот, которая, получив исходные ссылки от сервера ссылок (URL Server), исследует Сеть на предмет новых неизвестных, либо обновленных документов, скачивает их, присваивает уникальный идентификатор docID и перенаправляет в хранилище документов (Storage Server), где они и хранятся в сжатом виде, пока их не затребует модуль индексации (Indexer). Индексатор конвертирует документ в набор хитов (hits), каждый из которых содержит определенное слово, его позицию в документе и другую служебную информацию. После чего Индексатор распределяет хиты по специальным хранилищам, называемым цилиндрами (Barrels). Помимо этого Индексатор находит ссылки в документе и сохраняет их, включая всю служебную информацию (текст ссылки, какому файлу принадлежит, куда указывает), в специальных файлах (Anchors).

Далее обработчик ссылок (URL Resolver) читает Anchors, конвертирует относительные URL в абсолютные, помещает текст ссылки в предварительный индекс, устанавливает docID документа, на который указывает ссылка. Это используется в дальнейшем для определения ранга документа (PageRank).

Сортировщик сортирует цилиндры (Barrels) по идентификаторам слов (wordIDs) и помещает результаты в инвертированный индекс. Сортировщик также генерирует список идентификаторов слов и их смещение в инвертированном индексе.

Генератор словарей (DumpLexicon) берет составленный таким образом список и словарь, составленный Индексатором, и формирует новый словарь, который служит в дальнейшем для поиска документов по запросу конечного пользователя.

Пользователь взаимодействует с сервером поиска (Searcher), использующим для своей работы инвертированный индекс, словарь, составленный Генератором словарей и PageRank.

Упрощенный алгоритм обработки запроса пользователя представлен в таблице 1:

Таблица 1. Обобщенный алгоритм обработки запроса пользователя
<ol style="list-style-type: none"> 1. Разбор запроса. 2. Нахождение идентификаторов wordID для всех слов в запросе. 3. Генерация сокращенного списка документов, в которых есть указанные слова. 4. Сканирование списка, продолжающееся до тех пор, пока не находится документ, полностью удовлетворяющий условиям поиска. 5. Вычисление ранга документа. 6. Если достигнут конец сокращенного списка, осуществляется генерация полного списка и возврат к шагу 4. 7. Если конец списка документов не достигнут, снова осуществляется переход к этапу 4. 8. Сортировка списка документов по рангу и выдача пользователю первых N документов (где N — число результатов, которые пользователь может указать на вкладке Advanced).

2.2. Методы внутреннего представления документов в поисковых машинах

Одним из наиболее важных факторов, влияющих на качество поиска, является метод внутреннего представления документов в поисковой машине.

Существует ряд подобного рода методов, рассмотрим наиболее распространенные из них.

2.2.1. Лексическое индексирование

В основе лексического индексирования лежит булева модель. Запросы пользователя представляют собой некоторое логическое выражение, в котором ключевые слова соединены операторами AND, NOT или ANDNOT (редко).

При использовании этой модели индекс организуется в виде инвертированного файла, в котором для каждого термина из словаря коллекции хранится список документов, в которых этот термин встречается.

Данный тип индексирования достаточно хорошо распространен, но при этом имеет существенные недостатки. Т.к. поиск ведется при помощи логических объединений/пересечений документов, в которых имеются ключевые слова, то результат поиска является полностью бесконтекстным, что сильно понижает его релевантность.

2.2.2. Векторное индексирование

Более совершенным и эффективным с точки зрения релевантности выдаваемых результатов является метод векторного индексирования. В данной модели запрос пользователя, также как и документы представляются в виде вектора в базисе слов словаря. Наиболее релевантными считаются те документы, углы векторов которых с вектором запроса минимальны[2].

2.2.3. Вероятностное индексирование

Данный вид индексирования сопоставляет каждому слову его вес в документе. Это приводит к значительному повышению качества поиска в сравнении с лексическим и векторным индексированием.

2.2.4. Скрытое семантическое индексирование

Математический аппарат данного метода базируется на экономном сингулярном разложении матриц, которое позволяет выявить скрытые семантические связи при обработке большой коллекции документов[3].

Теоретическая эффективность метода намного выше лексического или векторного индексирования, но из-за его высоких требований к вычислительным возможностям сервера применение его затруднено.

Существует достаточно много иных методов внутреннего представления документов, но из-за их сложной формализации они не получили пока широко распространения.

Распространены также «гибридные» методы, как, например, вероятностное латентное семантическое индексирование. Подобные методы с успехом применяются для таких узкоспециализированных задач, как, например: расширение запросов, аннотирование и др.

Заключение

Поиск информации в распределенных сетях требует серьезного математического аппарата, высоких вычислительных возможностей аппаратного обеспечения, новых нестандартных методов представления данных, внедрения методов искусственного интеллекта.

В настоящее время не только существуют достаточно мощные поисковые системы, но и видны реальные предпосылки к их дальнейшему качественному развитию.

Литература

1. <http://www.softerra.ru/net/17695/>
2. Захаров Д.Е., Разработка интеллектуальной нейросетевой поисковой системы «Нейропоиск», тезисы молодежной научно-технической конференции «Наукоемкие технологии и интеллектуальные системы -2002», с. 32-38
3. <http://lsa.colorado.edu/>

ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОРОВ

К.А. Меньшов, студент 6-го курса

Научный руководитель: профессор Мысловский Э.В.

кафедра ИУ4, МГТУ им. Н.Э. Баумана

TENDENCIES AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF DIGITAL ALARM PROCESSORS

K.MENSCHOV

THE SCIENTIFIC CHIEF: PROF. E.MISLOVSKII.

ICS4, BMSTU

Аннотация

В работе рассмотрены основные тенденции и определяющие факторы развития цифровых сигнальных процессоров в последние годы, приведен краткий обзор приоритетных областей применения таких процессоров и проанализированы перспективы развития и применения цифровых сигнальных процессоров в ближайшем будущем.

Abstract

In work the basic tendencies and determining factors of development of digital alarm processors last years are considered, the brief review of priority scopes of such processors is resulted and prospects of development and application of digital alarm processors in the near future are analysed.

Корни цифровой обработки сигналов (ЦОС) уходят в шестидесятые и семидесятые года, к появлению цифровых компьютеров. В то время компьютеры были очень дорогими и ЦОС ограничивалась несколькими особо критичными приложениями. Первые разработки были сделаны в четырех ключевых областях: радарах и сонарах (т.к. здесь были затронуты вопросы национальной безопасности), разведке нефтяных месторождений (из-за большой материальной выгоды), исследованиях космоса (из-за уникальности получаемых данных) и медицине (т.к. здесь речь шла о человеческих жизнях).

Революция, произошедшая в мире персональных компьютеров в восьмидесятых и девяностых подтолкнула ЦОС к быстрому развитию. Кроме военных и государственных нужд ЦОС прочно заняла коммерческий рынок в таких областях как: мобильная связь, проигрыватели компакт-дисков, электронная голосовая почта и многих других. В начале восьмидесятых ЦОС изучалась инженерами-электронщиками на выпускных курсах, десятилетие спустя она стала частью программы на средних курсах. Сегодня ЦОС входит в ряд основных фундаментальных навыков требующихся инженерам во многих областях. Вот лишь некоторые из них:

Космос (улучшение фотографий полученных из космоса, сжатие данных, обработка сигналов принятых от космических зондов), медицина (диагностическое сканирование, анализ электрокардиограмм, хранение и воспроизведение медицинских изображений), коммерческое применение (сжатие звука и изображений для проведения презентаций, спецэффекты в кино, организация видеоконференций), телефония (сжатие голосовых потоков, уменьшение «эффекта эха», мультиплексирование сигналов, фильтрация), военное

применение (радары, сонары, защищенные линии связи), промышленность (геологическая разведка, контроль процессов, неразрушающий контроль изделий), наука (запись и анализ сейсмических сигналов, извлечение полезных данных из сигналов, спектральный анализ, моделирование).

В последние годы рынок цифровых сигнальных процессоров (ЦСП) стремительно растет, при этом наблюдаются такие же тенденции, которые имели место на рынке процессоров общего назначения 10 – 15 лет назад: стремительно увеличивается производительность процессоров, и одновременно с этим падает цена в расчете на единицу измерения производительности. Цифровые сигнальные процессоры находят все более широкое применение, и все больше компаний обращает на них свое внимание и начинает использовать в собственных изделиях.

Уилл Страусс (Will Strauss), глава исследователей рынка из Forward Concepts (www.fwdconcepts.com) изложил свое видение положения вещей на рынке цифровых сигнальных процессоров в период с января по август 2002 года: Оборот DSP в августе возрос по сравнению с июлем на 21%. Но что еще лучше, считает он, это то, что оборот возрос на 36% по сравнению с тем же месяцем 2001 года, первого рецессионного года DSP. Под чертой по прогнозу Forward Concepts остается средний рост точно 21,8% в год вплоть до 2006 года.

Стимулом для резкого увеличения объемов рынка цифровых сигнальных процессоров послужило бурное развитие телекоммуникаций, в частности, мобильной связи и Интернет-технологий (в том числе, IP-телефонии). В мире существует примерно около миллиарда телефонных номеров. До шестидесятых годов двадцатого столетия аналоговое соединение между двумя номерами осуществлялось с помощью механических переключателей и усилителей. Причем каждое такое соединение требовало пары проводов. Колоссальные затраты на прокладку и обслуживание телефонных коммуникаций заставили крупные телефонные компании искать новые пути. Стремление разработчиков новой аппаратуры рационально использовать существующие физические каналы связи привело к созданию аппаратуры цифрового уплотнения, позволяющей передавать по одному физическому каналу связи нескольких независимых голосовых каналов. Ключевыми элементами этих технологий являются цифровые сигнальные процессоры.

В 2001 году не только мировой, но и российской IP-телефонии исполнилось 5 лет. В Россию первый шлюз поступил в ноябре 1996 и был продан осетину по имени Алан из американского шт. Минесота, который организовал первый в России IP-телефонный канал, связавший московский город-спутник Зеленоград с далекой Минесотой. Серийный номер первого "российского" VocalTec Telephony Gateway впечатляет - 000020, т.е. Россия

присоединилась к освоению IP-телефонии тогда, когда во всем мире было продано всего 19 устройств, обеспечивающих этот вид связи.

Первые серийные средства компьютерной телефонии появились более 10 лет назад, когда развитие технологии обработки речи позволило преодолеть критический рубеж по критерию функциональность/стоимость и выйти на коммерческие решения. В первую очередь, компьютерная телефония получила стимул к развитию благодаря снижению стоимости цифровых сигнальных процессоров и повышению их производительности, поскольку функциональные возможности устройств обработки речи в основном определяются производительностью ЦСП.

Поэтому в России также наблюдается рост объемов продаж цифровых сигнальных процессоров. По словам руководителя Департамента Микроэлектроники фирмы "Аргуссофт Компани", Алексея Соловьева, в России с развитием Интернет-телефонии и цифровых систем связи очень возросла популярность цифровых сигнальных процессоров. Конечно же, они не потребляются в таких количествах, как микросхемы для счетчиков электроэнергии, это более дорогие изделия, но если считать в килодолларах, то может оказаться, что суммы продаж получатся сопоставимыми.

Однако область применения ЦСП в телекоммуникациях простирается далеко за пределы IP-телефонии. Летом 2001 г. корпорация Cisco Systems дополнила свою серию шлюзов AS5000 архитектурой Any Service, Any Port (ASAP), позволяющей использовать эти серверы доступа для пропуска трафика речи, данных, факсимильных сообщений и беспроводных коммуникаций. ASAP предоставляет возможность использовать правила и учетные записи для задания соответствия приложений универсальным портам и наоборот, а также для сбора тарификационных данных. По словам представителей компании, данное усовершенствование стало возможным благодаря развитию технологии цифровых сигнальных процессоров. Они преобразуют аналоговый речевой или видеосигнал в поток мультимедиа-данных и составляют универсальную аппаратную базу для работы с цифровыми сигналами различной природы. Небольшие поставщики услуг смогут использовать ASAP-шлюзы Cisco для предоставления новых сервисов, таких как доступ по карточкам или беспроводная связь, а крупные операторы - для упрощения конфигурации своих сетей. Для предприятий новые устройства упростят задачу выполнения таких функций, как автоматизация разветвленных служб сбыта и централизованное администрирование средств связи (ноутбуков и мобильных телефонов) работников.

Непосредственное влияние оказывают цифровые сигнальные процессоры и на технологии мобильной связи. В 2000 г. ведущие специалисты компаний-гигантов AT&T и Nortel Networks предприняли первую попытку определить понятие сетей мобильной связи 4-

го поколения и представили документацию по этому вопросу на конференции Rawcon (Radio and Wireless Conference) в Денвере.

Согласно определению, данному специалистами компаний, сети мобильной связи следующего поколения будут отличать сверхвысокая скорость передачи данных - от 20 Мбит/с и более. На конференции в Нью-Йорке AT&T продемонстрировала работу своей асимметричной сети, названной "сетью беспроводной связи 4-го поколения". Доступ в сеть соединяет в себе технологии EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) - для восходящего трафика, и OFDM (ортогональное мультиплексирование с разделением частот) - для нисходящего трафика. Такая технология позволит с мобильного терминала скачивать потоковое аудио и видео.

По мнению Майкла Бамбурака (Michael Bamburak) - вице-президента группы технологического развития AT&T - OFDM позволит доступ к беспроводной сети на скорости до 10 Мбит/с для стационарных и малоподвижных систем и более 384 Кбит/с (в частотной полосе в 800 КГц) для высокоподвижных терминалов. Развитие таких сетей потребует создания широкополосных программных радиоприемников и значительного усовершенствования цифровых сигнальных процессоров. На разработку сетей 4-го поколения, по мнению компании, уйдет несколько лет. Уже сейчас AT&T намеревается перестраивать свою сеть для реализации концепции 4-го поколения. Сначала планируется инсталляция нового программного обеспечения на базовых станциях, а затем будет произведена замена некоторых частей аппаратного комплекса.

Что касается более конкретных прогнозов, то Аль Джавед (Al Javed) из Nortel считает, что к 2004 году мобильным Интернетом будут пользоваться до 1 млрд. человек. К 2005 году половина пользователей сотовых телефонов будут иметь доступ в Интернет, обогнав персональные компьютеры как средство доступа в Сеть.

В феврале 2003 г. состоялась официальная презентация телефона-игровой консоли Nokia N-Gage. Это событие могло бы показаться не слишком значительным, если бы не широкий резонанс, вызванный появлением телефонов, несомненным для многих достоинством которых является наличие функций игровой консоли. В ответ на это событие под эгидой Texas Instruments был создан консорциум Cellular Media, который займется разработкой открытого интерфейса API (application programming interface) трехмерной графики для мобильных телефонов OpenGL ES. В Cellular Media вошла группа инженеров TI, сформированная как отдельное подразделение в 2002 году и работающая над созданием аппаратных ускорителей для 3D графики для мобильных телефонов, не оснащенных мощным процессором. Дополнительно, эти же ускорители будут применяться для поддержки MMS в телефонах начального и среднего уровня.

В TI уверены, что текущего уровня развития технологий цифровых сигнальных процессоров в сотовых телефонных аппаратах и программного обеспечения вполне достаточно, чтобы без проблем играть в виртуально трехмерные игры вроде Doom.

Очевидно, что в настоящий момент приоритетной областью применения цифровых сигнальных процессоров являются телекоммуникации, в том числе IP-телефония, мобильные устройства связи и аппаратура доступа в Интернет. Технологии цифровых сигнальных процессоров и телекоммуникаций развиваются параллельно, оказывая влияние друг на друга и открывая новые возможности по передаче данных, в том числе больших объемов мультимедийной информации, от статической графики в мобильных Web-приложениях до потоков аудио- и видеоданных.

Таким образом, именно от уровня телекоммуникационных технологий в ближайшие годы будет зависеть коммерческий потенциал цифровых сигнальных процессоров, которые, в свою очередь, определяют спектр возможностей различных телекоммуникационных услуг. Поэтому технологии цифровых сигнальных процессоров будут развиваться в первую очередь с учетом их применения в телекоммуникационных средах для передачи больших объемов мультимедийной информации.

Литература

1. А.И.Власов, Е.А.Володин, С.Г.Семенцов, В.А.Шахнов Электронные системы активного управления волновыми полями: история и тенденции развития // Зарубежная радиоэлектроника. Успехи современной радиоэлектроники, 2002, №4, С.3-23.
2. Мысловский Э.В., Власов А.И., Акристиний М.В. Микроконтроллеры // Электронные компоненты, №5. 2002. С.47-50.
3. В.А.Шахнов, А.И.Власов, Ю.А.Поляков, А.С.Кузнецов Элементная база для реализации параллельных вычислений: тенденции развития // Труды 7-ой Всероссийской конференции "Нейрокомпьютеры и их применение" НКП-2001. С.499-531.
4. Поляков Ю.А., Семенцов С.Г., Власов А.И. Архитектура TigerSharc и ее возможности при построении нейровычислителей // 2-ая Межд. Конф. СНГ "Молодые ученые - науке, технологиям и профобразованию для устойчивого развития: проблемы и новые решения". - Москва, октябрь, 2000. Часть 2,3. С.75-76.
5. Власов А.И., Поляков Ю.А. Применение сигнальных процессоров семейства DSP56800 при проектировании современных систем управления // 2-ая Межд. Конф. СНГ "Молодые ученые - науке, технологиям и профобразованию для устойчивого развития: проблемы и новые решения". - Москва, октябрь, 2000. Часть 1. С.39-42.

Беленко А.В. (студент 2-го курса)

Научный руководитель: Колосков С.В.

Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана,
кафедра “Проектирование и технология производства ЭА”.

SOLUTIONS TO IMPLEMENT GENERAL E-SPACE FOR EDUCATIONAL ORGANIZATIONS

Belenko A.V. (2nd year student)

The scientific chief: Koloskov S.V.

Department IU4 BMSTU

<http://www.1580.ru>, e-mail: belenko@1580.ru

Аннотация

В работе рассмотрены технические, организационные и экономические аспекты развертывания и поддержки полнофункциональной сетевой образовательной инфраструктуры учебного заведения довузовской подготовки. Проведен анализ вариантов построения компьютерных сетей для образовательных учреждений различного профиля. Особое внимание уделено вопросам информационной безопасности, интеграции гетерогенных сетей с широким спектром платформ.

Abstract

In this paper technical, organizational and economical issues of implementing and maintaining full-scale network infrastructure for high schools are discussed. Paper presents an analysis of different ways to implement network infrastructure depending on type of high-school. Particular attention is paid to security and heterogeneous platforms integration.

Введение

Сегодня уже трудно представить работу учебных заведений без доступа в глобальное информационное пространство. Интернет является универсальным средством поиска информации и передачи знаний. Многие учителя осваивают и разрабатывают новые методики обучения, в той или иной степени ориентированные на Интернет. Свой вклад в столь широкое распространение Интернет в сфере образования сыграли и системы дистанционного образования (СДО). В качестве примера такой системы можно привести семейство продуктов Lotus LearningSpace, в которое входит как система асинхронного ДО, так и система синхронного ДО (LearningSpace VirtualClassroom).

С распространением Интернет в школах развивается и потребность в доступе к нему среди учителей и учеников. Все больше учителей осваивают работу в Сети и начинают использовать его в образовательном процессе. Таким образом, школам нужно обеспечивать постоянный и качественный доступ к ресурсам Интернет.

В работе [1] делается вывод, что для большинства учреждений довузовской подготовки достаточно выхода в сеть посредством коммутируемого доступа.

За два года, прошедших с момента написания этой работы, ситуация значительно изменилась. Теперь уже не всегда достаточно простого модемного соединения. Все больше и больше школ, лицеев, гимназий переходят на подключение по выделенным линиям. Подключение по выделенной линии имеет целый ряд преимуществ перед подключением по коммутируемым линиям:

- более высокая скорость передачи данных
- отсутствие проблем с дозвоном и разрывами связи
- нет необходимости занимать телефонную линию
- постоянный доступ в Интернет, оплачивается не время, а полученный объем данных

Таким образом, преимущества подключения по выделенной линии очевидны. Важным фактором популяризации такой формы подключения стали ценовые политики провайдеров — за последние два года цены на подключение и обслуживание упали в несколько раз.

В ситуации, когда скорость передачи данных выросла почти на порядок, важную роль начинает играть доставка информации внутри организации. Теперь дело не ограничивается одним-двумя компьютерными классами, с появлением постоянного доступа к Сети появилась необходимость построения внутришкольных сетей.

Необходимость создания сетевой инфраструктуры в учебном заведении

Сеть образовательного учреждения используется для создания внутреннего информационного пространства. Создание такого пространства преследует две основные цели:

- организация доставки информации, полученной из внешних источников, внутри учебного заведения
- интеграция внутренних процессов (учебный, организационный) и информационных технологий

Таким образом, сеть учебного заведения должна быть неотъемлемой частью самого заведения.

Технологические аспекты построения сетей

В подавляющем большинстве случаев при построении сетей образовательного учреждения стоит остановиться на сети с топологией «звезда» и выделенным сервером. Подобная схема устойчива к повреждениям кабельной системы — при обрыве провода отключается только один клиент, остальная же сеть работает нормально. Использование же выделенного сервера позволяет реализовать многие полезные функции, которые могут сделать работу в сети проще, безопаснее, приятнее. Подробнее эти функции будут описаны в следующих разделах.

Рассмотрим случай, когда в учебном заведении есть достаточное количество компьютеров (порядка 30-60), не объединенных в единую сеть. В таком случае можно выделить три основных подхода к построению школьной сети «с нуля»:

- существует одна единая сеть, в которую входят компьютеры, как учеников, так и учителей и администрации, имеется выделенный сервер (рисунок 1)
- компьютеры учителей и учеников принадлежат к разным сетям, разделенным физически, имеются два выделенных сервера (рисунок 2)
- компьютеры учителей и учеников принадлежат к разным подсетям, но нет выделенного сервера — его функции выполняют аппаратный маршрутизатор и брандмауэр (рисунок 3)

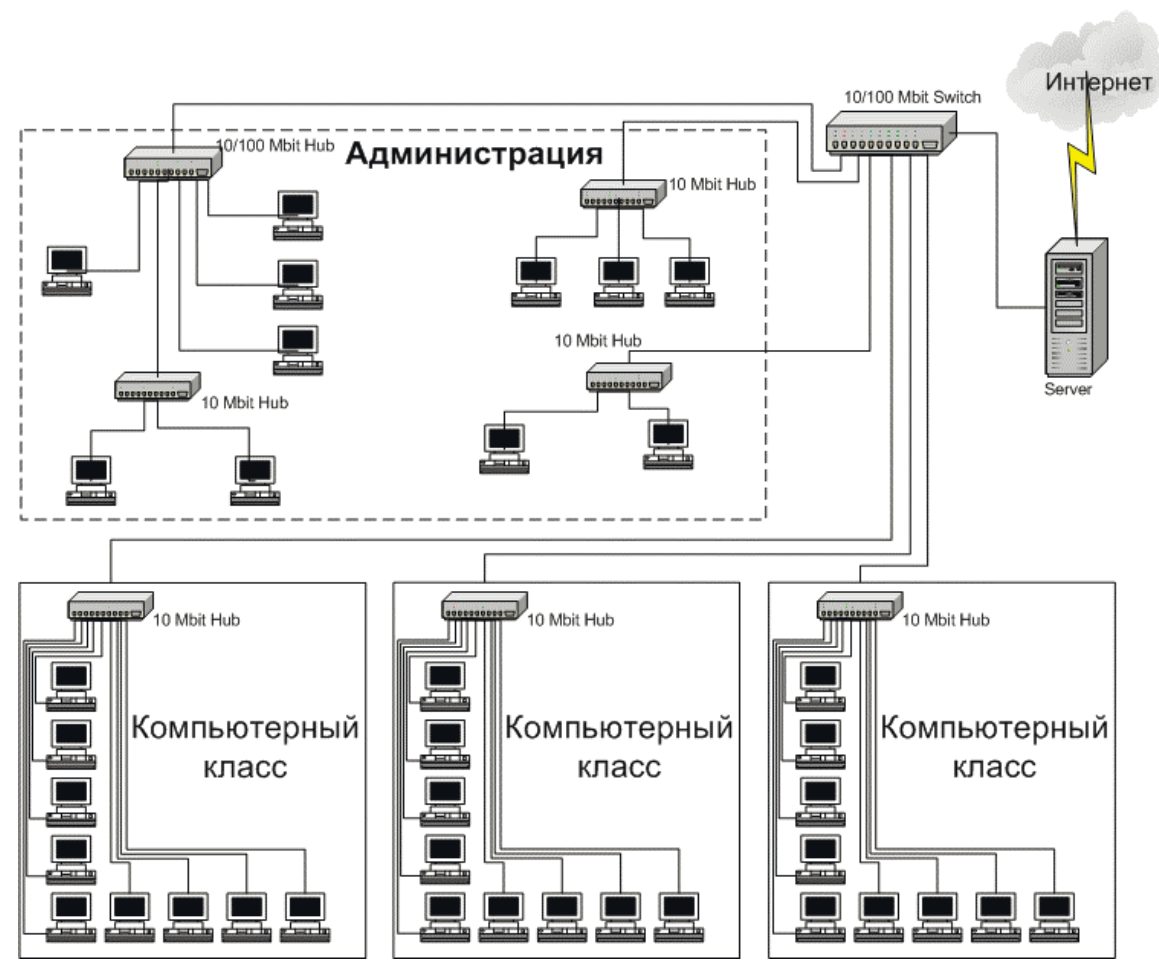


Рисунок 1. Схема построения сети при отсутствии физического разделения подсетей

Первый вариант проще в реализации и администрировании, но нужно соблюдать осторожность при настройке безопасности, так как не всегда можно сделать это корректно. Второй вариант сложнее и дороже для реализации (в частности, нужен второй выделенный сервер), но в нем надежно разделены «учительский» и «ученический» сегменты сети. Эти два варианта хорошо подходят для реализации гомогенных сетей. Третий вариант неплох по своим характеристикам, но дорог в реализации (требуется аппаратный маршрутизатор и брандмауэр). Кроме того, подобные сети трудно администрировать, так как они одноранговые. Вариант хорошо подходит для гетерогенных сетей, в которых использование сервера не даст значительного преимущества.

Вообще говоря, есть несколько промежуточных вариантов, один из которых был применен при развертывании сети в лицее № 1580. Подробнее он будет описан в следующем разделе.

Типичная реализация сетевой инфраструктуры

Рассмотрим внутреннее устройство школьной сети на примере ЛВС лицея № 1580. Сеть построена на витой паре по топологии «звезда», пиковая пропускная способность — 100 Мбит/сек. Маршрутизацию во внешнюю сеть (доступ в Интернет) осуществляет сервер.

Всем клиентам сети предоставляется доступ в Интернет, при этом они защищены от атак из внешней сети программным брандмауэром, установленном на сервере. Использование прокси-сервера позволяет снизить обмен данными с провайдером (приблизительно на 30% по запросам и на 15% по трафику) за счет кэширования наиболее часто запрашиваемых данных.

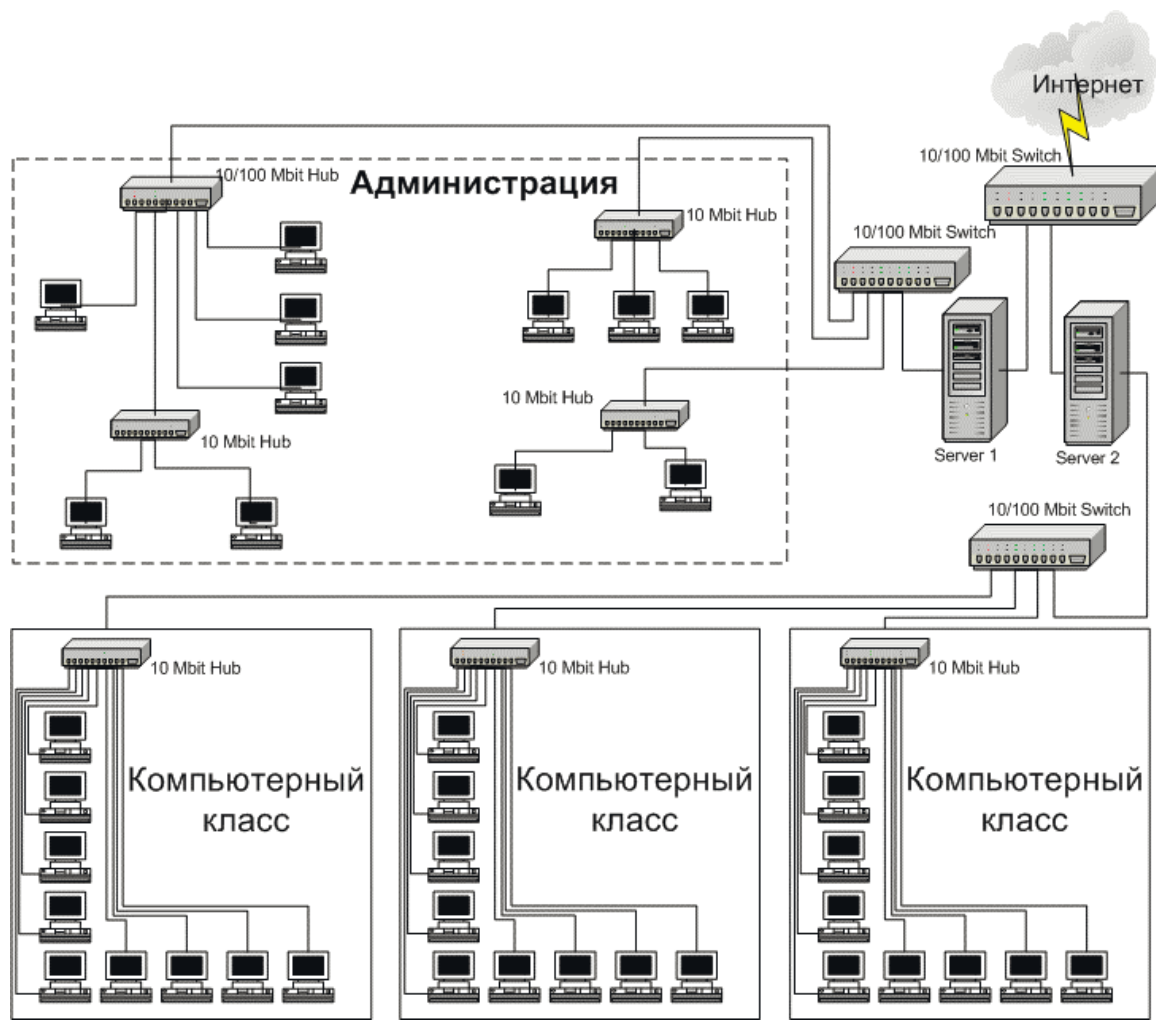


Рисунок 2. Схема построения сети при физическом разделении подсетей

Сеть имеет следующие особенности:

а) Использование выделенного сервера.

В сети имеется центральный компьютер — сервер, который выполняет функции маршрутизатора, кэширующего прокси, брандмауэра, контроллера домена, файлового сервера, DHCP-сервера, DNS-сервера. Сервер работает под управлением ОС Windows 2000 Server. Дополнительное ПО включает Microsoft Internet Security and Acceleration Server 2000. Клиентами домена могут быть компьютеры под управлением ОС семейства Windows. За счет использования домена повышается удобство работы пользователей с сетью. У каждого пользователя есть своё имя входа и пароль, используя которые он может войти в сеть с любого компьютера. При этом независимо от того, на каком компьютере он работает, пользователь всегда будет работать со своим рабочим столом, ярлыками и т.д. Кроме того, при наличии домена администрирование централизуется и облегчается. Если на клиентском компьютере установлена ОС Windows 2000 или Windows XP, то возможно использование самых передовых технологий: проверка подлинности по алгоритмам NTLMv2 и Kerberos 5, шифрование и аутентификация трафика с использованием IPSec. Кроме того, сервер поддерживает удаленные подключения через модем, и подключения VPN. Это позволяет удаленно администрировать ЛВС и получать информацию из сети лица не выходя из дома.

б) разделение «учительского» и «ученического» сегментов

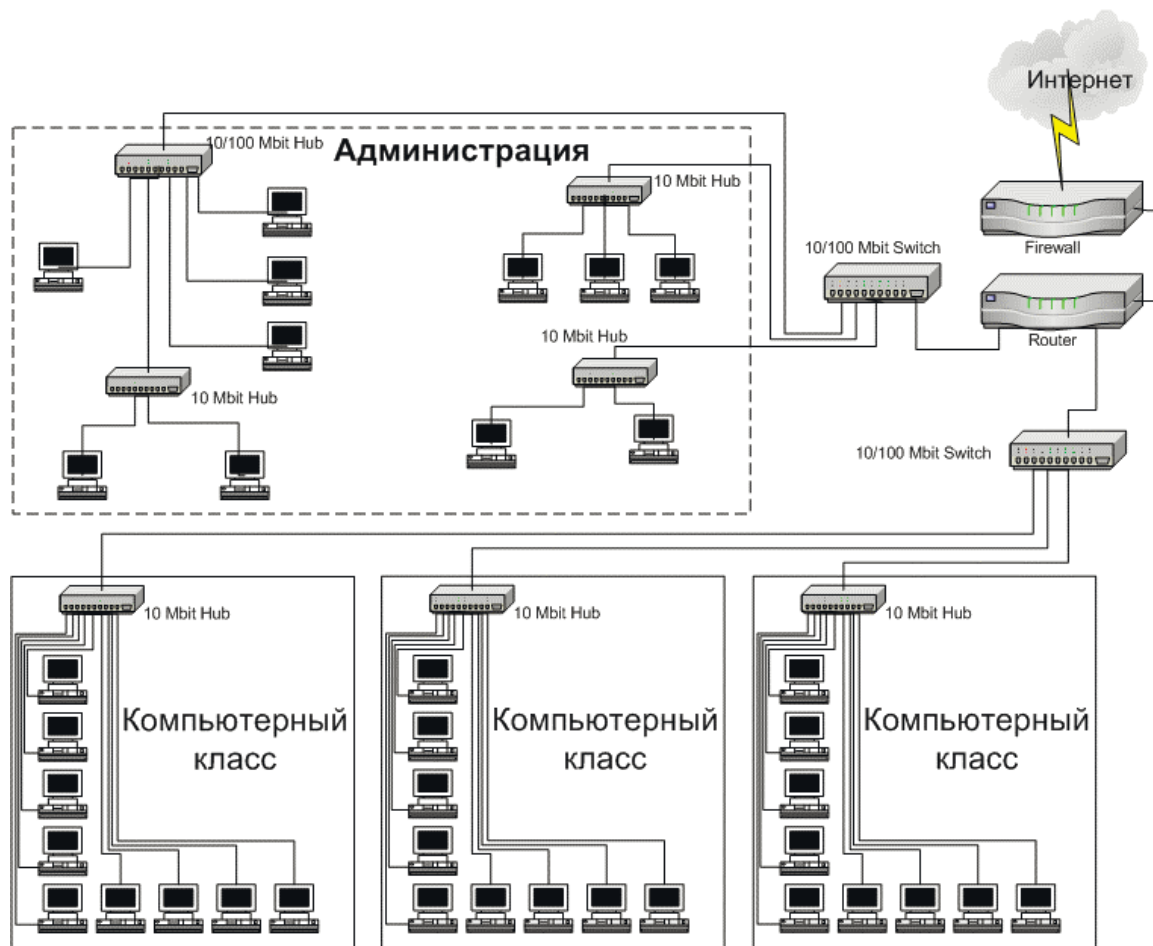


Рисунок 3. Схема построения сети при использовании аппаратного маршрутизатора

В ЛВС вместо корневого концентратора используется коммутатор, благодаря чему невозможно перехватывать трафик, находясь в другом сегменте сети. Кроме того, использование коммутатора уменьшает количество «столкновений» (collision) пакетов, тем самым увеличивая пропускную способность.

Обеспечение безопасности работы в сетях образовательных учреждений

Безопасность школьных сетей заслуживает отдельного рассмотрения. Безусловно, сегодня существуют сетевые операционные системы, обеспечивающие очень высокий уровень безопасности. Но на пути развертывания сетей на базе этих ОС встречаются трудности. Основная трудность — это гетерогенность окружения. Очень часто необходимо объединить в сеть (или подключить к существующей сети) устаревшие компьютеры, работающие под управлением различных старых ОС, зачастую несовместимых между собой. В таком случае для обеспечения работоспособности этих компьютеров необходимо снижать планку безопасности сети в целом.

С другой стороны вопрос безопасности в школьных сетях стоит не так остро, как например в корпоративных: стоимость информации, а соответственно и риски, намного меньше. Также многое зависит от контингента пользователей сети — ученик начальной школы вряд ли будет представлять собой угрозу безопасности. В этом плане многие технические лицей, колледжи находятся в невыгодном положении. К примеру, в лицее № 1580 имеется 10 десятых и 11 одиннадцатых классов, кроме того, процент учеников, которые разбираются в сетях и пытаются сделать что-нибудь из недозволенного, достаточно велик. Таким образом, в некоторых школьных сетях безопасность надо рассматривать очень

серьезно. Процесс обеспечения безопасности распадается на две подзадачи: разграничение доступа и защита сети от атак извне.

Разграничение доступа в случае сетей с выделенным сервером реализуется с использованием средств Active Directory (или её аналогов). Все управление производится централизованно с одного сервера.

Функции защиты сети от атак из внешних сетей выполняет брандмауэр (программный или аппаратный). Правильная настройка брандмауэра практически исключает возможность атак или несанкционированного доступа к ресурсам сети.

Выводы

В результате проведенной работы в лицее 1580 была развернута ЛВС. Таким образом, была показана состоятельность подхода к построению сетей образовательных учреждений довузовской подготовки, излагаемого в данной работе. Также в процессе развертывания были выявлены некоторые проблемы, в частности, высокая степень гетерогенности компьютерного парка. Также был выявлен значительный недостаток сформулированных подходов — для успешного функционирования подобных сетей необходим достаточно высокий уровень профессионализма со стороны системного администратора, что, к сожалению, в современных образовательных учреждениях выполняется не всегда.

Литература

1. С.В. Колосков Методология и аппаратно-технические средства построения информационной сети школы // Молодежная научно-техническая конференция «Наукоемкие технологии и интеллектуальные системы в XXI веке». Сборник трудов. – г. Москва. 16-17 марта 2000. С.95-99.
2. Microsoft Encyclopedia of Networking // Microsoft Press, 2000
3. Brian Komar MCSE Training Kit—Designing Microsoft Windows 2000 Network Security // Microsoft Press, 2001

Проектирование Теплоотсеивающих элементов для систем охлаждения элементной базы
электронно-вычислительной аппаратуры

Колосков С.В.

Научный руководитель: д.т.н. Шахнов В.А.

Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана,
кафедра Иу4.

**DESIGNING OF WARMLY DISSEMINATING ELEMENTS FOR SYSTEMS OF
COOLING OF ELEMENT BASE THE COMPUTING EQUIPMENT**

Koloskov S.V.

The scientific chief: Dr. Shakhnov V.A.

Department IU4 BMSTU

Аннотация

В работе рассмотрены вопросы повышения надежности работы электронно-вычислительной аппаратуры методом обеспечения нормального теплового режима работы элементной базы. Особое внимание уделено подходу к конструированию современных пассивных средств теплоотвода.

Abstract

In work questions of increase of reliability of work of the электронно-computing equipment are considered by a method of maintenance of a normal thermal operating mode of element base. The special attention is given to the approach to designing modern passive means of a heat-conducting path.

Введение

При проектировании электронно-вычислительной аппаратуры (ЭВА) всё большее значение уделяется вопросам повышения отказоустойчивости и надежности. Одним из важных факторов, влияющих на надежную работу является обеспечение нормального теплового режима работы, как отдельных элементов, так и узла в целом.

Теоретические подходы к обеспечению тепловых режимов работы ЭВА

На нормальный тепловой режим работы ЭВА в наибольшей степени влияют процессы необратимого переноса тепловой энергии из одной части в другую часть пространства.

Подобные явления рассматривает теория теплообмена. При этом выделяют явления переноса теплоты (энергии) и массы (вещества). Если эти процессы сопутствуют друг другу, то необходимо рассматривать явления теплообмена. В противном же случае рассматривают отдельно явления теплообмена и массообмена.

Принято различать три вида переноса энергии в виде теплоты: теплопроводность, конвекцию и тепловое излучение.

Теплопроводность – молекулярный перенос тепла в сплошной среде, вызванный разностью температур.

Конвекция – процесс переноса теплоты при перемещении макрообъемов газа (жидкости) из области с одной температурой в область с другой температурой. В данном случае происходит явление теплообмена, т.к. перенос теплоты неразрывно связан с переносом массы.

Тепловое излучение – процесс переноса теплоты, обусловленный превращением внутренней энергии вещества в энергию излучения, переносом её в виде электромагнитных волн и поглощением веществом.

При разработке конструкции ЭВА в зависимости от её назначения, технических требований и предварительных расчётов выбирают либо способ свободного охлаждения, либо – принудительного. Возможно также одновременное сочетание способов. Например, принудительное охлаждения сильногреющихся микросхем и свободное охлаждения ячейки, на которой установлена микросхема.

Следует отметить, что каждый из способов отвода тепла – принудительный и свободный имеют свои преимущества и недостатки особенно с точки зрения аппаратной реализации, что и обуславливает применения устройств охлаждения, основанных на том или ином способе и физическом явлении. Сравнение способов отвода тепла приведено в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение способов отвода тепла

Характеристика	Способ отвода тепла	
	Свободный	Принудительный
Скорость отвода	Низкая	Высокая
Эффективность	Низкая	Высокая
Затраты доп. Энергии	Не требуются	Требуются
Сложность и надежность охлаждающих устройств	Простые, более надежные	Сложные, менее надежные
Долговечность охлаждающих устройств	Более долговечные	Менее долговечные
Масса и объём устройства	Ниже	Выше

Качественные характеристики приведены при явлениях охлаждения элементов ЭВА схожих мощностей и массо-геометрических характеристик. При этом не учитываем метод теплоотвода: воздушный, жидкостной, испарительный.

Из сравнения способов отвода тепла можно сделать вывод о том, что охлаждение свободным способ характерно в аппаратуре с небольшим выделением тепла, требующей долговечности, они, очевидно, имеют меньшую массу, меньшее потребление энергии. Принудительное охлаждение наиболее рационально применять в сильногреющейся аппаратуре, массо-объемные характеристики которой не столь важны.

Из вышесказанного следует, что свободное охлаждение наиболее характерно для переносной техники, маломощной техники узкой направленности, бытовых электронных приборов. Отдельное место в данном контексте будет занимать бортовая электронно-вычислительная аппаратура, на разработку которой накладывается также целый ряд требований, который, порой, приводит к противоречивости общих конструкторских подходов и требует индивидуальных рассуждений в каждом конкретном случае.

Современные тенденции аппаратной реализации систем охлаждения портативной вычислительной техники

Проанализировав решения наиболее известных мировых производителей электронно-вычислительных систем, выявляются следующие общие тенденции:

- обеспечение индивидуального охлаждения на уровне элементной базы
- широкое использование принудительных средств охлаждения, в том числе жидкостных
- повышение надежности характеристик самих средств охлаждения

В последние годы в связи с микроминиатюризацией элементной базы, уменьшением проектных норм резко возросло тепловыделение микросхем, особенно микропроцессоров и современных микроконтроллеров. В свою очередь широкое распространение телекоммуникаций, интернета, мобильной связи диктует необходимость наличия высокопроизводительной переносной вычислительной техники, необходимой бизнесу и промышленности. Одним из наиболее ярких примеров подобной техники можно назвать портативные компьютеры или ноутбуки. Характерной особенностью тенденций их конструкции является постоянное снижение массы, объема и, как следствие, возрастание плотности компоновки элементной базы как на печатной платной, так в объеме блока. Тем не менее, проблема тепловыделения, а оно значительно увеличивается, не только остается, но и становится всё более актуальной.

Среди традиционных и наиболее часто применяемых решений для охлаждения элементной базы портативной техники является применение пассивных охлаждающих элементов, реализованных на базе принципов свободного теплообмена, проще говоря, радиаторов воздушного охлаждения.

Радиаторы для систем воздушного охлаждения различают по виду развитой площади поверхности:

- пластинчатые
- ребристые
- игольчато-штыревые
- жалюзийные
- петельно-проволочные
- типа «краб»

При этом наибольший эффект воздушного охлаждения достигается применением воздушного радиатора с нагнетателем (вентилятором или насосом).

Преимуществами такой схемы по сравнению с аналогами являются простота конструкции, надежность и долговечность, достаточная в области применения устройства, низкая стоимость изготовления, высокая ремонтпригодность.

Следует отметить, что большинство типовых конструкций обладают рядом недостатков, такими как неэффективное использование материала для изготовления теплорассеивающего элемента выражающееся в отношении массы материала к рассеиваемой площади, небольшая суммарная площадь поверхности теплорассеивающего элемента увеличение которой, при

возрастании мощности элемента, требует нежелательного увеличения высоты радиатора, передача вибрации от вентилятора через радиатор к микросхеме.

Конструкция теплорассеивающего элемента в системах охлаждения элементной базы

В ходе проведенного анализа в рамках исследовательской работы, были установлены, основные пути модернизации теплорассеивающего элемента и предложено техническое решение, обеспечивающее эффективное рассеивание тепла, Достигающееся тем, что теплорассеивающий элемент выполнен из хаотично упакованной пружины из материала с высокой теплопроводностью на поверхности которого материал с высоким теплорассеиванием. В качестве отводящего материала применяется, например, алюминий и его сплавы, а в качестве рассеивающего, например, медь.

Применение такого вида теплорассеивающего элемента, помимо имеющихся у прототипа полезных свойств дает всему устройству новые полезные свойства:

- Увеличения площади поверхности теплоотводящего элемента в следствие чего повышается эффективность рассеивания
- Увеличение эффективности используемого материала
- Уменьшение вибрации, передающейся от вентилятора к тепловыделяющему элементу
- Уменьшение массы конструкции в целом
- Возможность эффективного теплоотвода от боковых поверхностей элемента
- Уменьшение потребляемой мощности вентилятора для охлаждения одного и того же элемента
- Технологичное получение теплорассеивающего элемента практически любой формы, за счет чего требуется меньшее увеличение высоты рассеивающего элемента

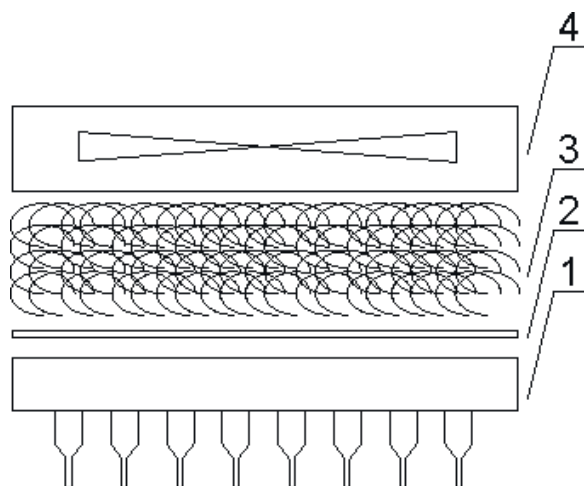


Рис.1. Схема расположения элементов устройства

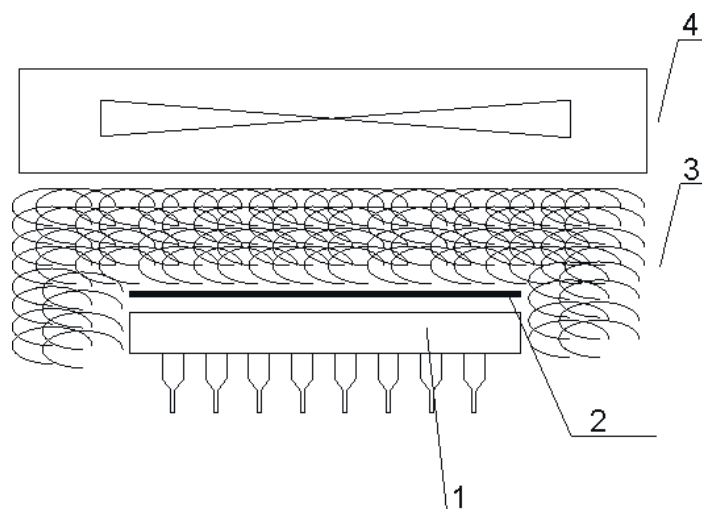


Рис.2. Схема расположения элементов с формой теплорассеивающего элемента, позволяющего отводить тепло от боковых поверхностей

На рисунках 1,2 показано устройство для охлаждения тепловыделяющего элемента 1, тепло от которого через конструктивный элемент, например термопасту, переходит к теплорассеивающему элементу 3. Причем на рисунке 2 теплорассеивающий элемент соприкасается с тепловыделяющим элементом с нескольких сторон, что повышает эффективность теплоотвода. Вентилятор 4 обеспечивает движение массы, например воздушной, для ее теплообмена с теплорассеивающим элементом.

Вывод

Применение предложенного технического решения в системах охлаждения элементной базы современной электронно-вычислительной аппаратуры повысит эффективность теплоотвода, что позволит обеспечить нормальный тепловой режим ее работы и, в итоге, повысить надежность аппаратуры в целом.

Литература

1. Дутьнев Г.Н. Тепло- и массообмен в радиэлектронной аппаратуре М: Высшая школа, 1984.
2. Преснухин Л.Н., Шахнов В.А. Конструирование электронных вычислительных машин и систем. М: Высшая школа, 1986.

НЕЙРОСЕТЕВЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ДЕФЕКТОСКОПИИ

Юдин А., Сарбаев Д.Б.

Научные руководители: к.т.н. Власов А.И., к.т.н. Гриднев В.Н.

Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана,
кафедра Иу4.

NEURALNETT METHODS OF PROCESSING OF IMAGES IN DETECTION OF DEFECTS

Judin A. Sarbaev D.B.

The scientific chief: Ph.D. Vlasov A.I., Gridnev V.N.

Department IU4 BMSTU

Аннотация

В работе описываются принципы структурно-функционального построения аппаратно-программного комплекса дефектоскопии печатных плат по микрошлифам.

Abstract

In work principles of structurally functional construction of a hardware-software complex of detection of defects of printed-circuit-boards on mikroschlif are briefly described.

Введение

Решение целого круга технических и технологических задач сопряжено с проведением обработки изображений, выделения отдельных элементов изображений и их идентификации и классификации. Примерами таких задач являются биометрические задачи распознавания образов (иридодиагностика, распознавание отпечатков пальцев и т.п.), задачи связанные с распознаванием текстов, выявлением различных неоднородностей и посторонних включений по фотоизображениям, выделение областей изображений по классификационным признакам (например, при обработке wavelet образов) и т.п.

Все вышперечисленные и аналогичные задачи тесным образом связаны с понятием образ и распознавание образа. Образ, класс — классификационная группировка в системе классификации, объединяющая (выделяющая) определенную группу объектов по некоторому признаку. Образное восприятие мира — одно из загадочных свойств живого мозга, позволяющее разобраться в бесконечном потоке воспринимаемой информации и сохранять ориентацию в океане разрозненных данных о внешнем мире. Воспринимая внешний мир, мы всегда производим классификацию воспринимаемых ощущений, т. е. разбиваем их на группы похожих, но не тождественных явлений.

1.1. Дефектоскопия при производстве печатных плат - как объект применения нейросетевых методов

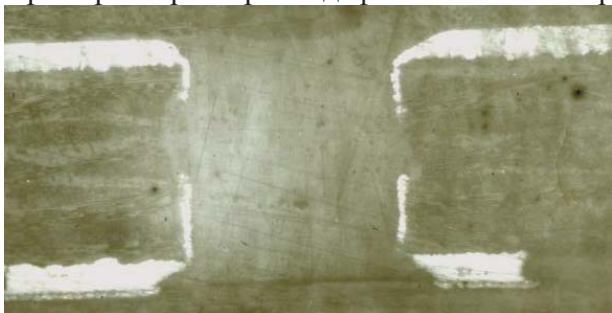
Традиционно контроль качества металлизированных отверстий печатных плат (ПП) осуществляется непосредственно на микрошлифах путем визуальной оценки геометрии и качества слоя металлизации. Структуру гальванической меди сравнивают с эталоном. Реально на производстве эту работу выполняют рабочий, в лучшем случае, высокой квалификации, но никак не технолог. Поскольку процесс выполняется визуальным методом, то время данной технологической операции велико, вероятность ошибок высока, кроме того, рабочий не может делать никакого анализа, кроме как «брак» или «не брак».

Автоматизация данного контроля дает ряд преимуществ:

1. Уменьшение время на данную операцию
2. Уменьшение вероятности ошибки, кроме того, в ответственном производстве технолог будет иметь возможность (по необходимости) контролировать правильность работы со своего рабочего места (при сетевой реализации программного комплекса) в режиме реального времени.
3. Если программный комплекс будет включать экспертную систему (она должна будет «знать» о структуре техпроцесса, его параметрах и режимах), то программный комплекс сможет оценить возможную причину брака и выработать рекомендации по методам его устранения (снижения). Экспертная система будет иметь возможность оценить процент брака при выборочных методах контроля.
4. Технологический отдел будет иметь возможность собирать различную статистическую информацию и, учитывая рекомендации программного комплекса, принимать решения о целесообразности использования тех или иных ТП.

Как правило, контроль качества металлизированных отверстий печатных плат (ПП) осуществляется непосредственно на микрошлифах путем визуальной оценки геометрии и качества слоя металлизации. Структуру гальванической меди сравнивают с эталоном. Реально на производстве эту работу выполняют рабочий, в лучшем случае, высокой квалификации, но никак не технолог. Поскольку процесс выполняется визуальным методом, то время данной технологической операции велико, вероятность ошибок высока, кроме того, рабочий не может делать никакого анализа, кроме как «брак» или «не брак».

При автоматизированном контроле качества металлизированных отверстий ПП необходимо распознавать образы микрошлифов на наличие различных видов дефектов. Примеры характерных дефектов металлизированных отверстий ПП:



а) Разрыв металлизации



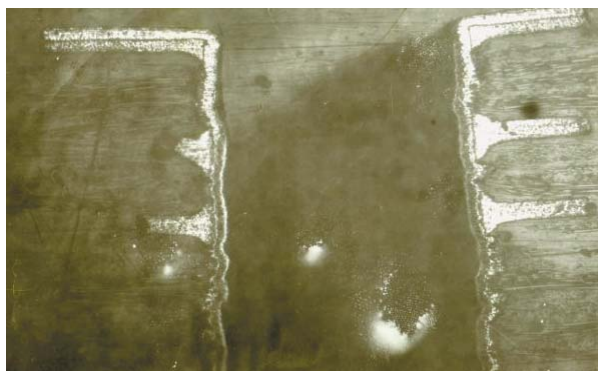
б) «Слезы»



в) Бочкообразная форма



г) Наросты меди



д) Увеличение площади торцов контактных площадок – «гвоздь»
Рис.1. Типовые дефекты металлизированных отверстий печатных плат.

Из примеров наглядно видно, что проблема анализа качества микрошлифов является непростой задачей даже для человека, т.к. человек, выполняющий данную работу, не является опытным технологом, а изготовить образцы микрошлифов на все разнообразие плат является не эффективным способом решения проблемы.

Следовательно, система распознавания должна уметь не только грамотно классифицировать образы, но должна также быть обучена и проверена группой технологов. Для решения задачи автоматизации процесса дефектоскопии печатных плат по микрошлифам в МГТУ им.Н.Э.Баумана на кафедре ИУ4 "Проектирование и технология производства ЭС" ведется разработка аппаратно-программного комплекса дефектоскопии печатных плат.

Применение в создаваемом программном комплексе какого то определенного вида НС и алгоритма обучения не представляется возможным, поэтому необходимо использовать несколько различных видов НС с разными выходными параметрами, а окончательное решение должно формироваться методом «голосования» с различными весовыми коэффициентами. В общем случае, искусственная нейросеть не является универсальной по своей структуре. Для ряда прикладных задач существует множество различных структур реализации, алгоритмов, методов обучения и т.п. Манипулируя этими различными видами можно получить, в конечном итоге, НС с оптимальными свойствами, параметрами, рассмотрим некоторые, из наиболее используемых методов [1-5].

2. Структурно-функциональное построение комплекса

В состав «Нейросетевого комплекса» входят:

- Микроскоп
- Web (или Видео) камера
- Нейросетевой эмулятор

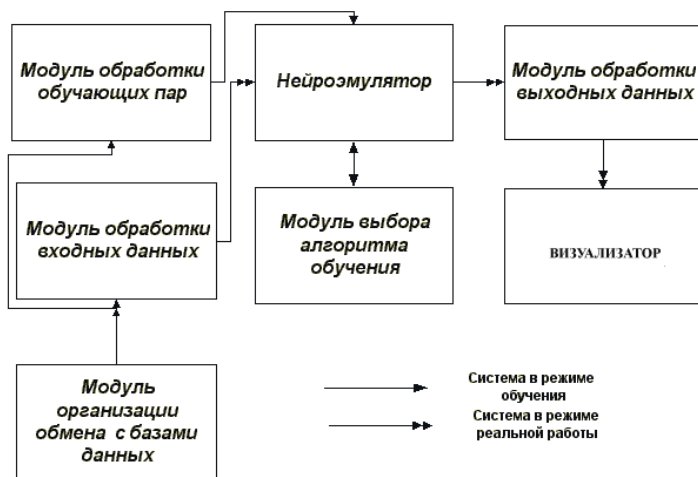


Рис.2. Структурная схема подсистемы распознавания образов.

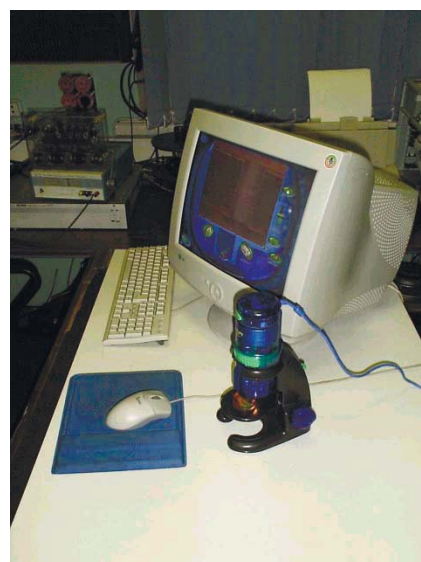


Рис.3. Цифровой микроскоп фирмы Интел с объектом контроля.

Видеокамера сопряжена с микроскопом. Исследуемый микрошлиф помещается в микроскоп. Далее изображение оцифровывается и поступает на вход Нейросетевого эмулятора. Нейросетевой эмулятор, обученный возможным видам дефектов, анализирует изображение и формирует результат распознавания. Результат вместе с распознаваемым изображением поступает на Сервер обработки и хранения данных. Оператор и (или) технолог имеет возможность в реальном времени наблюдать за процессом работы. Кроме того сервер накапливает результаты работы и (при наличии экспертной системы) позволяет оценивать причины брака, давать рекомендации к их устранению, предсказывать процент выхода годных плат при данной технологии и данных технологических режимах. Структура и последовательность работы «Нейросетевого комплекса» представлен на рис.4.



Рис.4. Структурная схема и последовательность работы «нейросетевого аппаратно-программного комплекса».

Нейросетевой эмулятор выполнен с использованием технологии баз данных , что позволяет его встраивать в информационную сеть предприятия.

Перед промышленным использованием нейросетевого эмулятора необходимо произвести обучение нейросетей. Обучение сети проводится группой высококвалифицированных технологов на как можно большем количестве примеров и, так же, необходимо нейросетевому эмулятору показать все возможные виду дефектов. В рабочем режиме нейросетевой комплекс использует совокупность знаний, полученных от обучающей группы.

При использовании электронных микроскопов с автоматической оцифровкой есть возможность анализировать не только наличие дефектов, но и измерять их параметры .

При помещении микрошлифа в микроскоп нет необходимости центровать образец (необходимо лишь, чтобы весь микрошлиф входил в область видимости микроскопа), программа сама произведет центровку.

В результате проекта:

- изучены принципы построения нейросетей, и математическое обоснование и варианты программной реализации.
- исследованы различные виды нейросетей и выявлены применимые для реализации данной задачи нейросетевые парадигмы.
- разработана первая очередь «Нейросетевого программного комплекса неразрушающего контроля печатных плат».

Методики и алгоритмические решения, использованные в созданном нейросетевом комплексе применимы не только для распознавания дефектов по микрошлифам, но и могут быть использованы для решения довольно широкого круга задач, например: в биометрии для анализа отпечатков пальцев, для анализа качества сварных швов, для исследования некоторых типов нейросетей, для классификации диагностических сигналов, для построения систем распознавания символов и т.д.

Литература

1. Ф.Уоссермен, Нейрокомпьютерная техника, М.,Мир, 1992.
2. А. Горбань , Д. Россиев Нейронные сети на персональном компьютере. //Новосибирск, Наука, 1996.
3. А.Н.Бухалто, В.И.Булаев, Е.В.Бурый, А.А.Буянов, А.И.Власов и др. Нейрокомпьютеры в системах обработки изображений. Кн 7. / под общей редакцией Ю.В.Гуляева и А.И.Галушкина. - М.: Радиотехника, 2003. - 192 с.: ил. (серия: Нейрокомпьютеры и их применение).
4. Галушкин А.И. Теория нейронных сетей. Кн.1: Учебное пособие для ВУЗов /Общая редакция. А.И.Галушкина. - М.:ИПРЖР, 2000.-416 с., ил. (Нейрокомпьютеры и их применение).
5. Сигеру Омату Нейроуправление и его приложения. Кн.2 /Сигеру Омату, Марзуки Халид, Рубия Юсуф, Пер. с англ. Н.В.Батина, под ред А.И.Галушкина, В.А.Птичкина. - М.: ИПРЖР, 2000. - 272 с.: ил. (Нейрокомпьютеры и их применение).
6. Галушкин А.И. Нейрокомпьютеры. Кн.3: учебное пособие для ВУЗов /Общ. Ред. А.И.Галушкина - М.: ИПРЖР, 2000. - 528 с.: ил. (Нейрокомпьютеры и их применение).
7. Власов А.И., Конькова А.Ф. Медико-диагностические экспертные системы для оценки адекватности адаптивной реакции организма на воздействие экстремальных факторов //Конверсия.-1995, №9-10.-С.18-21.
8. Буянов А.А., Власов А.И., Макеев С.С. Исследование нейросетевых алгоритмов, применяемых для распознавания образов // 2-ая Межд. Конф. СНГ "Молодые ученые - науке, технологиям и профобразованию для устойчивого развития: проблемы и новые решения". - Москва, октябрь, 2000. Часть 2,3. С.22-25.
9. Фу К., Структурные методы в распознавании образов, пер. с англ., Москва, «Мир», 1977.
10. <http://neurnews.iu4.bmstu.ru>

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЙРОАДАПТИВНЫХ СИСТЕМ АКТИВНОЙ ВИБРОЗАЩИТЫ В ПАКЕТЕ MATLAB

Володин Е.А., Саффиулин Р.Р.

Научные руководители: к.т.н. Власов А.И

Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана,
кафедра Иу4.

RESEARCH OF neuraladaptiveSYSTEMS for AKTIV VIBROcontrol IN PACKAGE MATLAB

Volodin E.A., Saffiulin R.R.

The scientific chief: Ph.D. Vlasov A.I.

Department IU4 BMSTU

Аннотация

В работе исследуются динамические характеристики системы активной виброзащиты с поисковой системой экстремального управления с использованием пакета Matlab.

Abstract

In work dynamic characteristics of system active vibration control with search system of extremecontrol with use of package Matlab are investigated.

При разработке активных виброизолирующих систем с управлением по силе наибольшие трудности вызывает синтез частотных характеристик (ЧХ) электромеханических каналов управления.

В большинстве случаев это объясняется близостью спектров вибрации и кинематических возмущений со стороны основания к собственным частотам исходной (без управления) системы упругой виброизоляции. При этом широкополосные схемы управления малоэффективны из-за их неустойчивости, а избирательные САВ резко снижают свою эффективность при изменении частот вибрационных составляющих (например, из-за нестабильности скорости вращения вала в роторных механизмах).

В связи с этим при разработке широкополосных САВ наряду с задачей структурной и параметрической оптимизации системы управления важное значение приобретает задача реализации и поддержания с необходимой точностью тех параметров системы, которые подвержены изменениям и существенно влияют на эффективность системы управления.

Так, в АВС, предназначенных для виброизоляции транспортного оборудования, очевидна необходимость применения схем автоматической стабилизации коэффициентов усиления каналов управления на заданном (обычно вблизи граничных значений) уровне.

Эта необходимость в транспортных условиях обусловлена прежде всего значительной нестабильностью коэффициентов передачи каналов управлений САВ из-за изменений рабочих зазоров в электромагнитных вибровозбудителях. Применение таких схем позволяет увеличить эффективность каналов управления за счет выбора более близких к граничным значениям коэффициентов усиления.

Эффективность избирательных АВС в большой степени зависит от точности настройки следящих полосовых фильтров (СПФ) на меняющиеся во времени частоты составляющих вибрационного сигнала, поэтому разработка СПФ, обеспечивающих селекцию этих составляющих без существенной (не более 2—3°) ошибки по фазе, является одной из важнейших задач практической реализации САВ.

В данной части рассматриваются несколько схем управления, которые обеспечивают автоматическую подстройку эффективного режима САВ при воздействии на нее различных дестабилизирующих факторов.

На рис.1 изображена функциональная схема САВ с поисковой системой экстремального управления, работающей по критерию минимума, суммарной силы $|f^a + f|$, действующей на изолируемый объект (основание 5). САВ, как и в предыдущих случаях, содержит электромеханический динамометр 1 с предварительным усилителем 2 на его выходе, упругие виброизоляторы 3 и 4, верхние опорные фланцы которых прикреплены к колеблющемуся объекту 5, а другие – через электромеханический динамометр 1 опираются на жесткую проставку 6, установленную на дополнительном электромеханическом динамометре 7, опирающемся на основание 8. Блок управления 9 САВ содержит несколько избирательных каналов $10_1, 10_2, \dots, 10_N$, входы которых подключены к выходу предварительного усилителя 2, а выходы соединены со входами аналогового сумматора 11. Выход сумматора 11 связан со входом усилителя мощности 12, нагрузкой которого служат рабочие обмотки вибровозбудителя 13, воздействующего на проставку 6 вдоль рабочей оси динамометра 1.

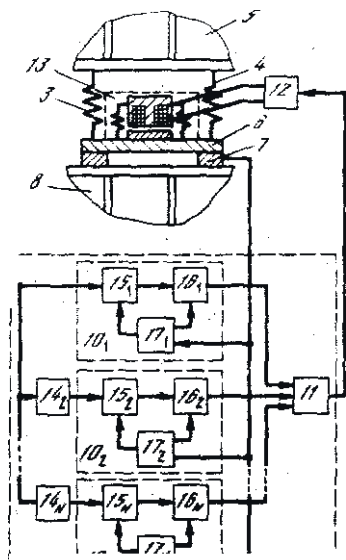


Рис.1. Функциональная схема САВ с управлением по силе и поисковой системой экстремального управления

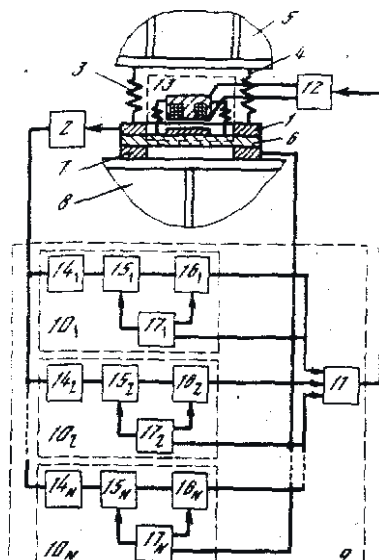


Рис.2 Избирательная САВ с управлением от датчика оборотов

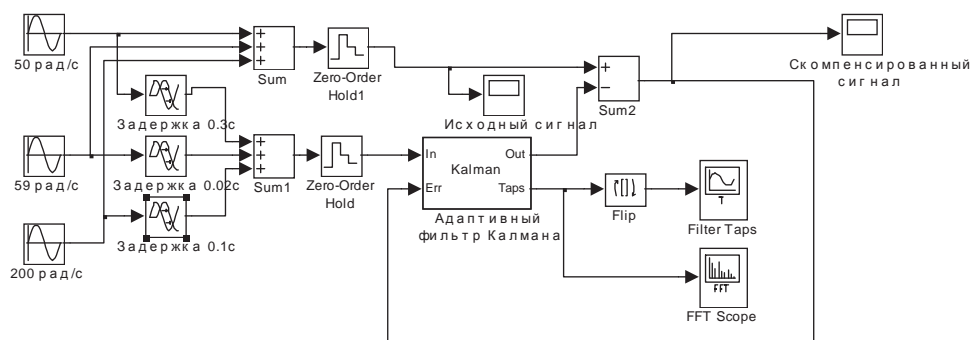


Рис.3. Математическая модель

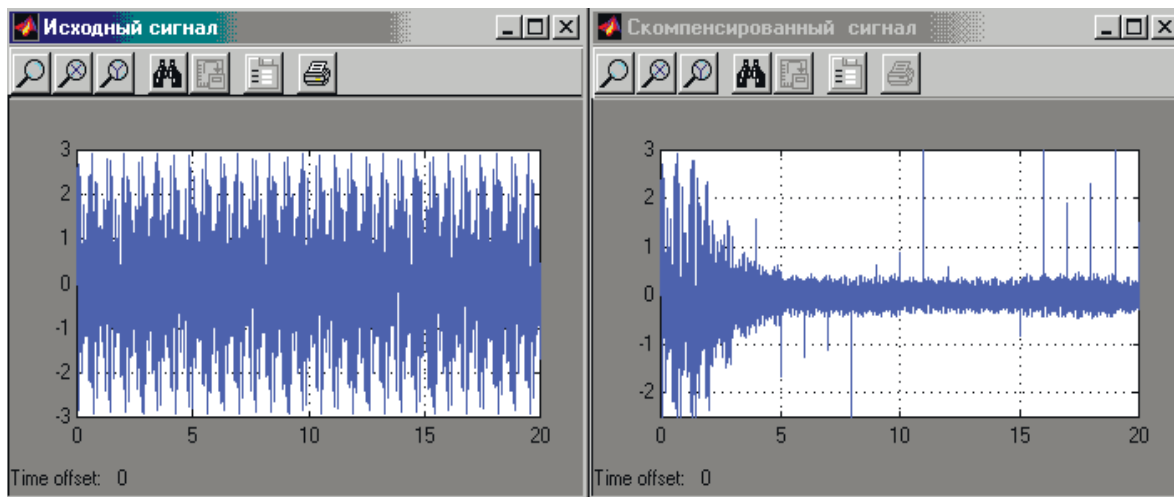


Рис.4. Результат моделирования

Каждый избирательный канал (например, 10₁-й) содержит последовательно включенное следящий полосовой фильтр 14₁, амплитудный 15₁ и фазовый 16₁ регуляторы, управляющие входы которых подключены к выходам оптимизатора 17₁ (экстремального регулятора), на вход которого подается выходной сигнал дополнительного динамометра 7, пропорциональный суммарной силе $|f^a + f|$, передаваемой на основание 8 активным виброизолятором. '

Формирование компенсирующих силовых воздействий на каждой рабочей частоте происходит точно так же, как и в рассмотренной САВ (см. рис.42). Для поддержания эффективного режима, близкого к режиму полной компенсации ($|f^a + f_2| \approx 0$), в каждом канале имеется оптимизатор, содержащий два независимых канала управления. Один канал предназначен для управления фазовым, а другой - амплитудным регуляторами. Каждый из каналов имеет различную частоту поисковых сигналов, что позволяет производить одновременный (параллельный) поиск оптимальных значений амплитуды и фазы управляющего сигнала.

Работа оптимизатора (точнее, одного из его каналов, осуществляющего поиск оптимальной амплитуды управляющего сигнала) состоит в следующем.

На вход амплитудного регулятора с одного из выходов оптимизатора подается кратковременный поисковый сигнал, который изменяет, например, увеличивает, амплитуду сигнала в первом канале управления, что сопровождается увеличением развиваемой вибровозбудителем силы. При этом суммарное усилие $|f_{2+f^a}|$, действующее, на проставку со стороны упругих элементов 3, 4 и вибровозбудителя 13, измеряется динамометром 7 и сравнивается с этим же суммарным усилием до подачи поискового сигнала. Если суммарная сила уменьшилась, то поисковый сигнал будет продолжать увеличивать амплитуду управляющего сигнала до тех пор, пока суммарная сила станет равна минимуму. Этот режим характеризуется противофазностью и приблизительным равенством амплитуд сил f^a и f_2 . При следующем шаге поискового сигнала, приводящего к очередному увеличению амплитуды управляющего сигнала, компенсирующее усилие f^a становится больше силы f_2 , поэтому суммарное усилие $|f_2 + f^a|$ возрастает. При этом оптимизатор меняет знак поискового сигнала и последующий шаг приведет к уменьшению амплитуды управляющей сигнала, и система снова возвратится к минимуму, при котором выполняется приблизительное равенство $f^a \approx f_2$. Снижение амплитуды управляющего сигнала на следующем шаге поискового сигнала приведет к дальнейшему уменьшению силы f^a , которая при этом станет, меньше возмущающей силы f_2 , а потому $|f^a + f_2|$ снова возрастет, что

приведет к смене знака поискового сигнала на противоположный, при котором происходило увеличение амплитуды управляющего сигнала. В дальнейшем процесс повторяется.

Таким образом оптимизатор поддерживает суммарную силу вблизи минимума, обеспечивая тем самым режим эффективной компенсации вибрационных сил.

Канал регулирования фазы управляющего сигнала работает аналогично и одновременно с каналом регулирования амплитуды.

При гашении полигармонической вибрации схема управления САВ имеет несколько избирательных оптимизаторов, каждый из которых обеспечивает поддержание оптимальных значений амплитуды и фазы управляющего сигнала, при которых обеспечивается минимум возбуждающих вибрацию основания сил.

Ввиду локального характера критериев настройки САВ (минимум усилия, передаваемого отдельным активным виброизолятором на i -й рабочей частоте), все двухканальные оптимизаторы системы могут быть полнены по единой схеме, независимо от рабочей частоты и порядкового номера виброизолятора. Эта особенность рассматриваемой САВ является важным ее достоинством, так как по сравнению с виброзащитными системами, работающими по обобщенному критерию (например, по минимуму максимальной вибрации механизма в n контрольных точках), исследуемая схема адаптивного управления значительно проще и обладает большими быстродействием и помехоустойчивостью.

В тех случаях, когда собственные частоты опорных конструкций (на рис.42 основание 8) как систем с распределёнными параметрами оказываются близки к частотам настройки следящих полосовых фильтров $14_1, 14_2, \dots, 14_N$, то в САВ, изображенной на рис.42, при приближении коэффициентов передачи избирательных каналов к единице (режим полной компенсации) в системе могут возникнуть автоколебания.

Для увеличения устойчивости электромеханической системы управления в качестве источника вибрационного сигнала можно использовать датчик оборотов вала, выходное напряжение которого не зависит от компенсирующих силовых воздействий системы управления [7]. Это означает, что при работе АВС отсутствуют обратные связи и, как следствие, в ней не могут возникнуть автоколебания.

Литература

1. Генкин М.Д, Елизов В.Г., Яблонский В.В. Методы управляемой виброзащиты машин. М.: Наука, 1985.
2. Грибов М.М., Жвакин Ю.И. Конструирование амортизаторных систем РЭА с помощью моделирования. - Библиотека радиоконструктора. - М.:, Сов. Радио. 1977. 128 с.
3. Приборы и системы для измерения вибрации, шума и удара: Справочник. В 2-х кн. Кн.1 Под ред. В.В. Ключева. – М.: Машиностроение, 1978.-448 с.
4. А.И. Власов, С.Г. Семенцов, Ю.А. Поляков Микропроцессорные системы активной индивидуальной акустозащиты// Микросистемная техника, №2. 2000. с.15-20
5. А.И. Власов Аппаратно-программные методы и микропроцессорные средства активной защиты человеко-машинных управляющих систем от акустических воздействий// диссертация на соискание ученой степени к.т.н. - М., МГТУ им.Н.Э.Баумана 1997 - 250 с.
6. Сигеру Омату Нейроуправление и его приложения. Кн.2 /Сигеру Омату, Марзуки Халид, Рубия Юсуф, Пер. с англ. Н.В.Батина, под ред А.И.Галушкина, В.А.Птичкина. - М.: ИПРЖР, 2000. - 272 с.: ил. (Нейрокомпьютеры и их применение).
7. <http://activ.iu4.bmstu.ru>

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АКТИВНОЙ ВИБРОЗАЩИТЫ

Капустян В.В., Карпунин А.А., Ткачев К.Ю.

Научный руководитель: к.т.н. Власов А.И.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

MODELLING OF ACTIVE VIBRATION PROTECTION SYSTEM

V. Kapustyayn, A. Karpunin, K. Tkachiov

Research manager: Ph.D. A. Vlasov

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

E-mail: vetal@icn.bmstu.ru

Аннотация

В работе рассмотрена разработка модели системы активной виброзащиты. Проведено моделирование системы, настройка коэффициентов последовательного ПИД-регулятора и построение нейроэмулятора системы для последующего обучения и разработки регулятора системы на основе нейросетевых технологий.

Abstract

The work considers modeling of active vibration protection system. Modelling system, adjustment of factors of a consecutive PID regulator and construction of a neural emulator of system for the subsequent training and development of a regulator of system is lead on the basis of neural technologies.

Экспериментальная модель системы активной виброзащиты, схема которой изображена на рис. 1, представляет собой конструкцию, состоящую из пластины, закрепленной с одной стороны, груза, двух гидроцилиндров (возмущающего и компенсирующего) и блока управления, реализованного на базе ПЭВМ с платой ввода/вывода сигналов фирмы LCARD. На пластину устанавливается набор грузов весом $0 \div 50$ кг, которые тарируются по силе. Сила по датчикам $P=70 \div 100$ кг при частоте $f = 5$ Гц.

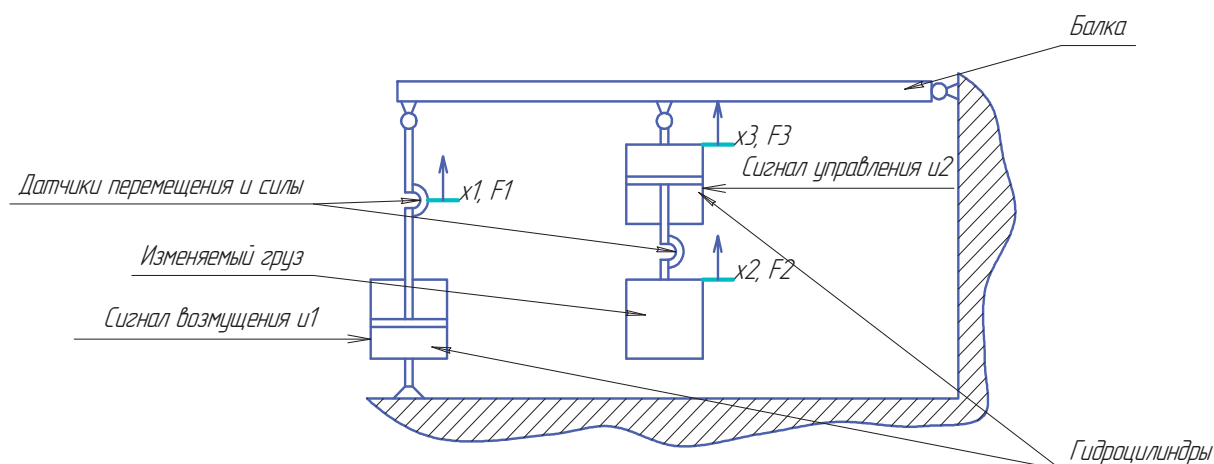


Рис. 1. Схема системы активной виброзащиты.

Обозначения параметров системы на схеме:

u_1 - напряжение, подаваемое на вход гидроцилиндра возмущения;

u_2 - напряжение, подаваемое на гидроцилиндр управления;

x_1 - вертикальное смещение левого края балки;

x_2 - вертикальное смещение груза;

x_3 - вертикальное смещение точки подвеса гидроцилиндра управления с грузом;

F_1 - сила, действующая на балку со стороны гидроцилиндра возмущения;

F_2 - сила, действующая на груз;

F_3 - сила, действующая на балку со стороны гидроцилиндра управления с грузом.

Выходные (наблюдаемые) параметры:

$$y_1 = x_1; y_2 = F_1, y_3 = x_2, y_4 = F_2, y_5 = u_1, y_6 = u_2.$$

В качестве задачи регулирования была взята оптимизация работы системы по критериям: первичному – минимизации максимального ускорения груза и вторичного – минимизации длительности собственных колебаний груза.

В результате анализа структуры системы была получена следующая система дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} y_1 = x_1 = \frac{1}{k_1 \cdot s + k_2} u_1 \\ y_3 = x_2 = \frac{c}{2((M + M_c)s^2 + c)} x_1 - \frac{M_c \cdot s^2 + c}{(M + M_c)s^2 + c} \cdot \frac{1}{k_1 \cdot s + k_2} u_2 \\ y_4 = F_2 = M \cdot x_2 \cdot s^2 \\ y_2 = F_1 = 2 \cdot \left(F_2 + M_c \cdot s^2 \cdot \left(x_2 + \frac{1}{k_1 \cdot s + k_2} u_2 \right) \right) \\ y_5 = u_1 \\ y_6 = u_2 \end{cases} \quad (1.1)$$

Для проверки работоспособности полученной математической модели и упрощения проведения программы экспериментов в пакете Matlab была создана структурная модель системы (рис. 2).

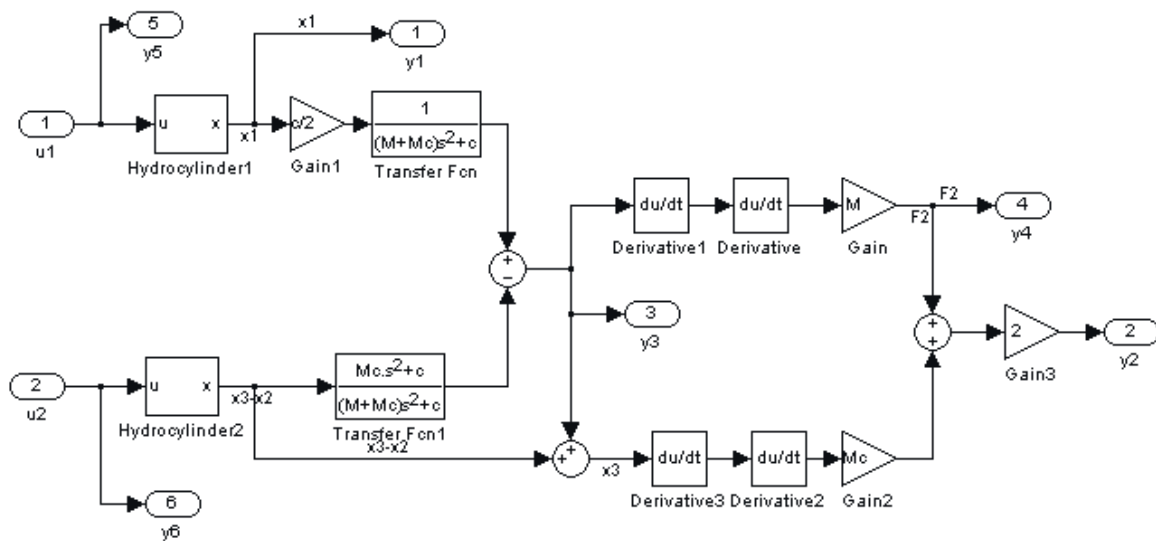


Рис. 2. Структурная модель системы.

С полученной моделью был проведен ряд экспериментов, в результате которых была выявлена следующая картина: основной вклад в ускорение груза (до 90% по амплитуде) вносят практически не затухающие собственные колебания.

Для регулирования системы на первом этапе был применен дискретный последовательный ПИД-регулятор. Настройка его коэффициентов привела к быстрому гашению собственных колебаний груза. В результате амплитуда колебаний по ускорению уменьшилась на порядок (при различном возмущающем воздействии – в 10÷20 раз. Для сравнения на рис. 3 и 4 показаны ускорения груза без регулятора и с регулятором в одном из опытов (в данном опыте ускорение уменьшилось с 5g до 0.4g, т.е., в 12.5 раз).

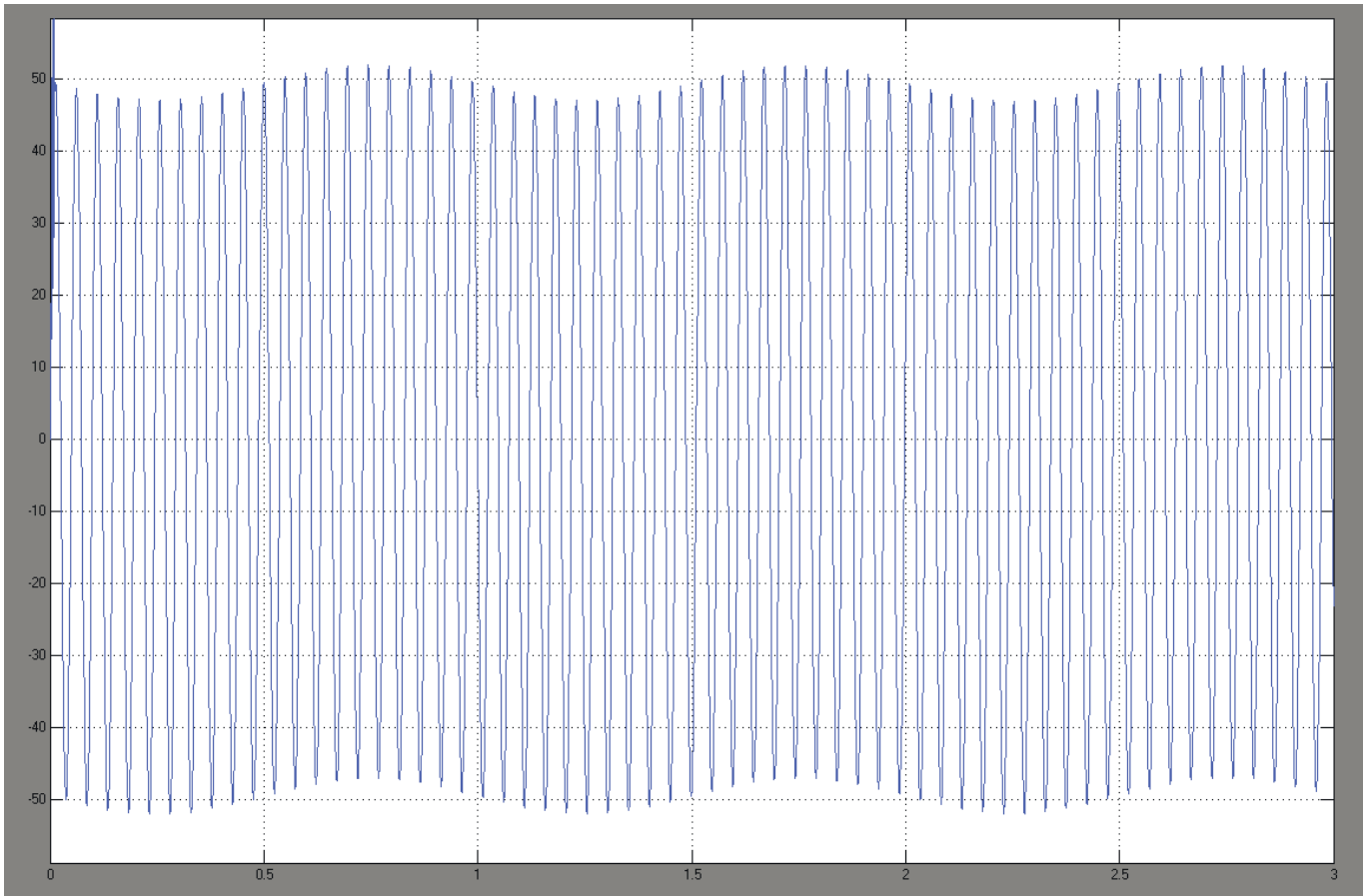


Рис.3. Ускорение груза до введения регулятора.

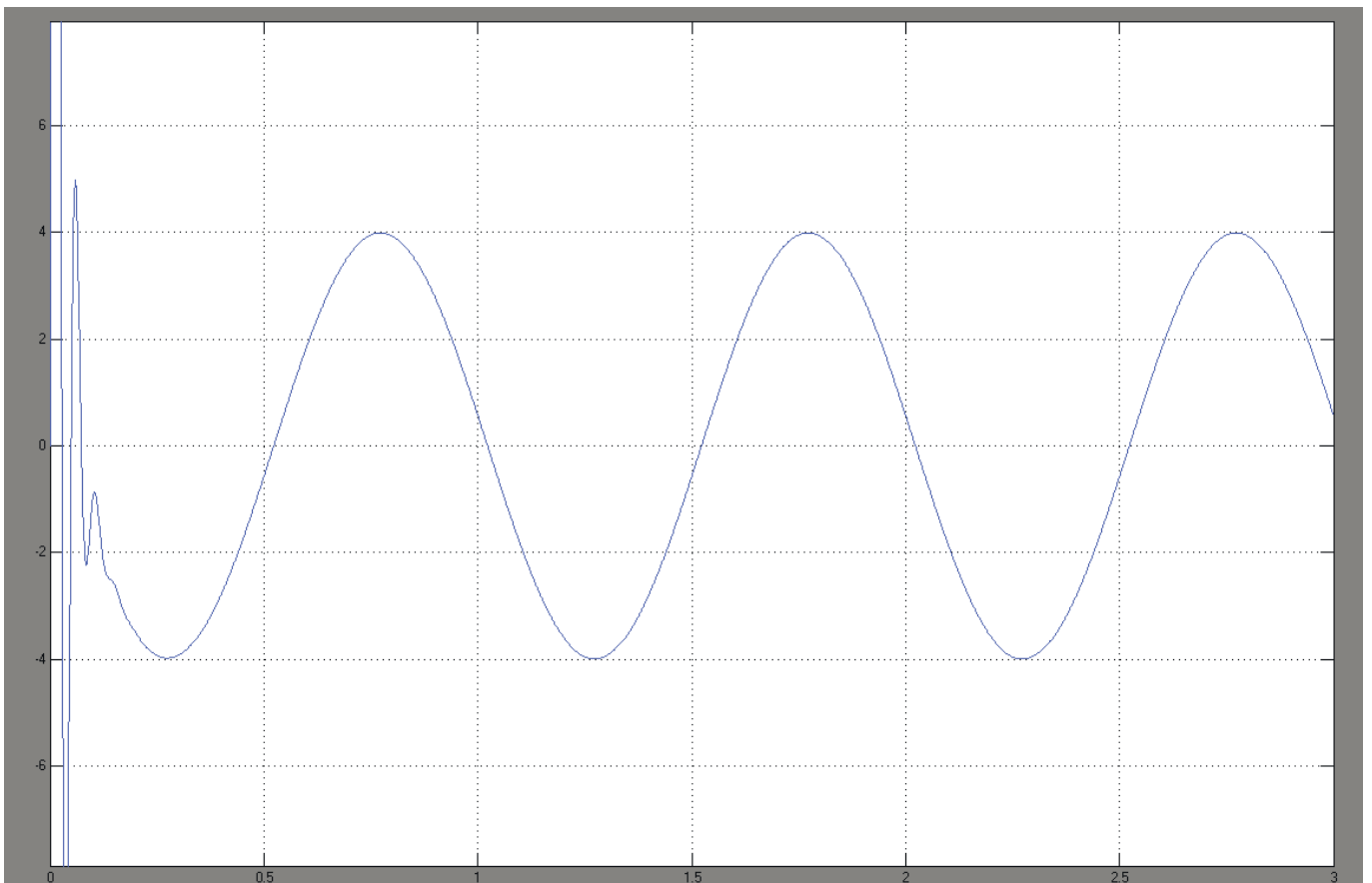


Рис. 4. Ускорение груза после введения в систему регулятора.

Следующим шагом в исследовании модели было создание нейросетевого регулятора. Получение выбранной схемы нейруправления (рис. 5) подразумевало два этапа: построение нейроэмулятора системы и на основе него построение нейроконтроллера (под построением здесь подразумевается выбор архитектуры и обучение соответствующей нейросети).

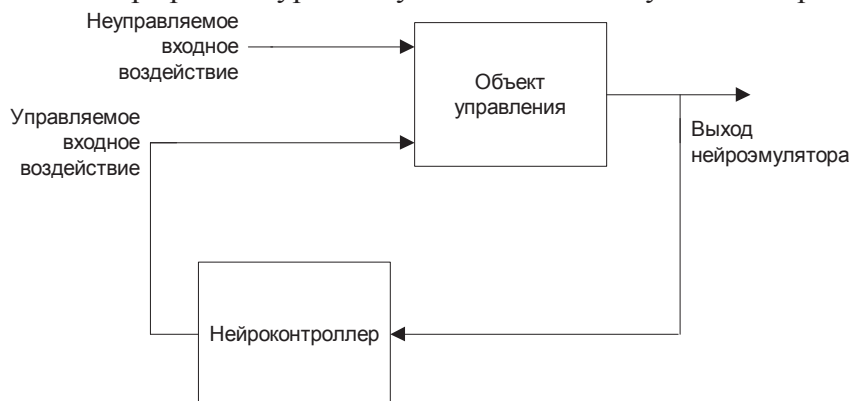


Рис. 5. Схема нейруправления.

После анализа модели была выбрана архитектура нейроэмулятора на одном слое нейронов с линейной функцией активации с обратной связью и линиями задержки по входу и обратной связи (рис. 6).

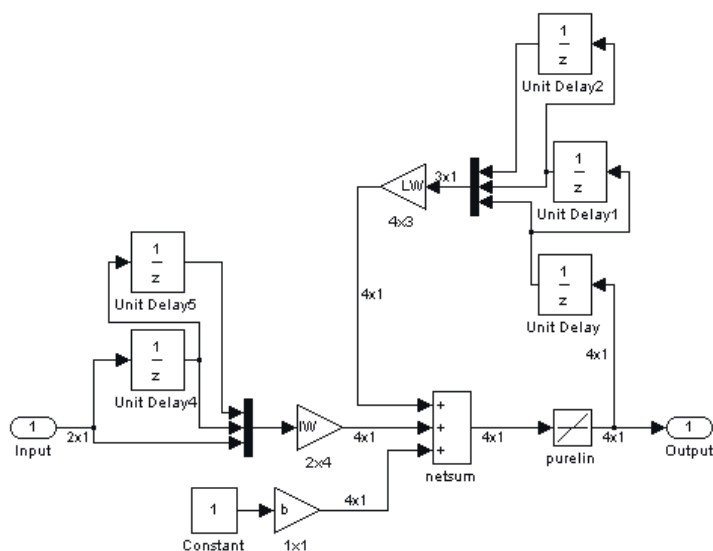


Рис. 6. Архитектура нейроэмулятора.

Для обучения нейроэмулятора создан в пакете Matlab скрипт с созданием его модели и задачей параметров обучения.

Литература

1. Медведев В.С., Потемкин В.Г. Нейронные сети. MATLAB 6 / под общ. ред. Потемкина В.Г. – М.: Диалог-МИФИ, 2002. – 496 с.
2. Нейрокомпьютеры и их применение. Книга 1. Галушкин А.И. Теория нейронных сетей. М.: ИПРЖР, 2000, 356 стр., илл.
3. Нейрокомпьютеры и их применение. Книга 2. Сигеру Омату, Марзуки Халид, Рубия Юсоф. Нейруправление и его приложения (пер. с англ. Н. Батина) / под ред. Галушкина А.И., Птичкина В.А. М.: ИПРЖР, 2000, 272 стр., илл.
4. Норенков Н.П. Основы автоматизированного проектирования: Учеб. для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 360 с. илл.
5. <http://www.mathworks.com>

СПЕКТРАЛЬНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ПАРАДИГМ

Адов А.А. (студент 2-го курса)
научный руководитель: к.т.н., доцент Власов А.И.
Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана,
кафедра “Проектирование и технология производства ЭА” (Иу4).

**SPECTRAL THE ESTIMATION OF DIAGNOSTIC SIGNALS WITH USE NEURALNETT-
PARADIGMS**

Adov A.A. (student of 2-th year)
the scientific chief: Ph.D. Vlasov A.I.
Bauman Moscow State Technical University,
Department IU4.

Аннотация

В работе исследуются возможности использования нейросетевых методов для спектрального оценивания информационных сигналов.

Abstract

In work opportunities of use neuralnett methods for spectral estimations of information signals are investigated.

Широкое распространение цифровых методов обработки сигналов в первую очередь связано с прогрессом в развитии цифровой техники, с появлением современных компактных, относительно дешевых и в то же время быстродействующих микропроцессоров, на основе которых создаются как универсальные микро-, миниЭВМ и персональные компьютеры, так и блоки радиоэлектронных устройств, осуществляющие обработку сигналов. Эффективные алгоритмы БПФ позволяют реализовать с одной стороны встраиваемые устройства обработки сигналов в режиме реального времени, с другой — использовать мини- и суперЭВМ для анализа больших многомерных массивов данных.

Главной проблемой реализации таких устройств и программного обеспечения была и остается задача обеспечения максимальной скорости выполнения преобразований сигналов, поскольку время задержки при обработке играет зачастую решающую роль.

Существует ряд методов измерения сложности алгоритма БПФ. Можно, например, считать количество операций умножения и сложения, как заведомо наиболее трудоемких, измерять объем памяти или машинное время, необходимое для выполнения конкретного преобразования. Последнее, пожалуй и является окончательным критерием, но оно зависит от конкретной ЭВМ и от программиста. Во-первых, различные ЭВМ с разной скоростью выполняют те или иные операции. Во-вторых, очень многое зависит от степени оптимизации программы, в том числе и под конкретный процессор.

Исходя из всего вышесказанного, можно сформулировать требования к программной реализации алгоритма БПФ:

1. Использование современного универсального языка программирования, что дает возможность повторного использования созданного программного кода на других типах

ЭВМ и процессоров.

2. Язык программирования должен быть языком достаточно низкого уровня, т.е. близким к машинному. Это позволит создать максимально эффективный машинный код без использования ассемблера.

3. Логическая структура программы должна быть простой и четко отлаженной для достижения минимума машинных операций в расчете на один отсчет преобразования.

Математическая постановка задачи.

Выражение для преобразования Фурье имеет следующий вид:

$$X(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-i\omega t} dt \quad (1)$$

Дискретное преобразование Фурье (ДПФ) ориентировано на дискретные или цифровые вычисления при дискретизации по времени и частоте. Оно ограничено вычислениями в конечном множестве дискретных точек, представляющих данные, и образуется квантованием временных t и ω , отсюда:

$$X(k\omega_0) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \cdot e^{-2\pi i k n / N} = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \cdot W^{-nk} \quad (3)$$

$$W = e^{2\pi i / N} = [\cos(\frac{2\pi}{N}) - i \sin(\frac{2\pi}{N})] \quad (4)$$

Прямая оценка ДПФ требует большой вычислительной мощности, для комплексных величин:

$$X(k) = XR(k) + iXI(k) = \sum_{n=0}^{N-1} [xr(n) + ixi(n)] (\cos \frac{2\pi kn}{N} - i \sin \frac{2\pi kn}{N})$$

Отсюда:

$$XR(k) = \sum_{n=0}^{N-1} xr(n) \cdot \cos \frac{2\pi kn}{N} + xi(n) \cdot \sin \frac{2\pi kn}{N}$$

$$XI(k) = \sum_{n=0}^{N-1} xi(n) \cdot \cos \frac{2\pi kn}{N} + xr(n) \cdot \sin \frac{2\pi kn}{N}$$

Отсюда следует, что прямая оценка ДПФ требует $4N^2$ умножений и примерно столько же сложений. В этой оценке игнорируются вычисления, включающие синус и косинус которые вычисляются особо, причем вычисление их может быть выполнено заранее. Данную постановку задачи можно изложить в матричном виде, более близком к реализации в режиме распараллеливания вычислений:

Постановка задачи в матричной форме

Дана матрица w размерности $N \times N$ вида:

$$\|W_{nk}\| = \exp(-27\pi i k n / N). \quad (8)$$

Очевидно, она симметричная в силу свойств экспоненты.

Дискретным преобразованием Фурье комплексного вектора a будет комплексный вектор b вида: $b = wa$ или

$$b_j = \sum_{k=0}^{N-1} a_k \exp((2\pi i / N) * k j), \quad 0 \leq j \leq N-1. \quad (9)$$

$$\text{Re}(b_j) = \sum_{k=0}^{N-1} \left[\text{Re}(a_k) \cos(2\pi k j / N) - \text{Im}(a_k) \sin(2\pi k j / N) \right] \quad (10^a)$$

$$\text{Im}(b_j) = \sum_{k=0}^{N-1} \left[\text{Im}(a_k) \cos(2\pi k j / N) + \text{Re}(a_k) \sin(2\pi k j / N) \right] \quad (10^b)$$

Иными словами, операция вычисления ДПФ вектора сводится к нахождению произведения матрицы на вектор в комплексной области. Значит, в наиболее простом случае это вычисление может производиться однослойной адаптивной нейросети, содержащей $2n$ нейронов с входами каждый.

Нейронная модель

Предпосылками эффективного приложения параллельных алгоритмов для вычисления являются:

- полная адекватность алгоритма ДПФ *нейробазису*, (в данном случае алгоритм содержит только операции сложения и умножения);
- выполнение на нейронных сетях операций умножения и сложения за одинаковое время (это один из тезисов построения нейронных алгоритмов), что позволяет обойтись без декомпозиции алгоритма типа БПФ и позволяет вычислять ДПФ любой размерности;
- ДПФ является одной из базовых операций во многих задачах обработки сигналов и может использоваться в силу своей адекватности нейронному базису для построения универсального нейрокомпьютера для обработки сигналов (сжатия и декодирования информации и др.).

Классическим вариантом использования параллельных нейросетевых алгоритмов для вычисления спектра является использование нейросети с нейронами типа «Адалин» (adaptive linear neuron – адаптивная модель нейрона) для реализации дискретного преобразования Фурье. Адалин представляет собой единичный многовходовой нейрон без нелинейного преобразования (функции активации) с контуром настройки весовых коэффициентов, изображенный на рис. 1.

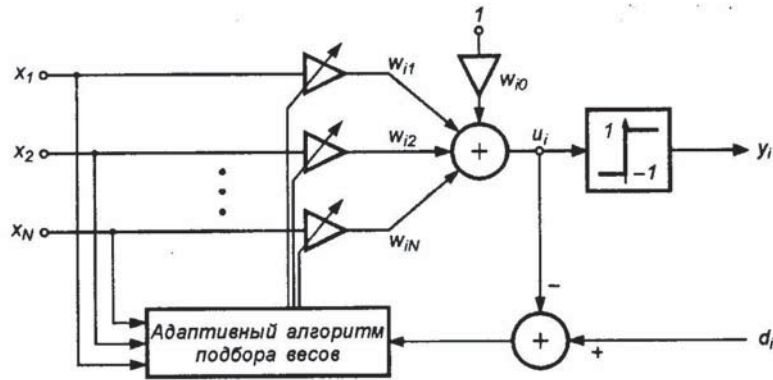


Рис 1. Структурная схема нейрона типа «адалин»

Адаптивный подбор весовых коэффициентов осуществляется в процессе минимизации квадратичной ошибки, определяемой по формуле (11)

$$E(w) = \frac{1}{2} e_i^2 = \frac{1}{2} [d_i - (\sum_{j=0}^N w_{ij} x_j)]^2 \quad (11)$$

Алгоритмы обучения нейросети типа «Адалин»

В связи с выполнением условия непрерывности целевой функции (11) стало возможным применение алгоритма градиентного обучения.

Возьмем в качестве критерия оптимизации минимум среднеквадратической ошибки. Функционал оптимизации будет иметь вид: $F = \{e\}^2(U)$

Далее, записав градиентную обучающую процедуру для обучения весовых коэффициентов Адалина:

$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) + \mu(\nabla F) \quad (12)$$

$$(\nabla F)_{ij} = \frac{\partial e^2}{\partial w_{ij}} = 2e \frac{\partial (x_j w_{ij} - y^*)}{\partial w_{ij}} = 2e x_j \quad (13)$$

Из (12) и (13) следует, что:

$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) + \eta e_i x_j - \text{дискретный способ или}$$

$$\frac{dw_{ij}}{dt} = \mu e_i x_j - \text{аналоговый способ (путем решения разностных уравнений)}$$

$$\text{где } e_i = (d_i - \sum_{j=0}^N w_{ij} x_j)$$

Недостатком приведенной структуры с точки зрения практической реализации является отсутствие фиксированной разомкнутой системы, производящей вычисление дискретного преобразования Фурье любого заданного вектора за фиксированное число тактов. Для каждого вектора происходит свой процесс настройки. Время обучения определяется начальными значениями весов и динамикой процесса минимизации среднеквадратической ошибки. Число итераций в общем случае можно лишь оценить с различной степенью достоверности.

Полученные в ходе моделирования оценки спектров отдельных типовых сигналов позволяют сформировать набор векторов вход-выход, который в дальнейшем может быть использован, как для обучения (в данном случае реализации для ДПФ нейроалгоритма), так и для последующего контроля правильности (адекватности) созданной уточненной программной модели.

Полученные в ходе моделирования оценки спектров отдельных типовых сигналов позволяют сформировать набор векторов вход-выход, который в дальнейшем может быть использован, как для обучения (в данном случае реализации для ДПФ нейроалгоритма), так и для последующего контроля правильности (адекватности) созданной уточненной программной модели. Проведение начального моделирования на базе типовых пакетов позволяет лучше понять алгоритм функционирования, его суть и качественно оценить зависимость между входными и выходными параметрами. Переход к построению программной модели позволяет полностью отработать алгоритмический базис (все вычислительные процедуры создаются внутри модели) и оценить числовые погрешности, что достигается переводом всех данные в модели в определённую разрядную сетку. Если ошибка оказывается несущественной, т.е. сигнал не будет пересекать границу принятия решения, разрядности выбраны правильно, в противном случае их следует пересмотреть.

Программная модель, разработана на языке C++, включает три компонента:

- `fft.h` – комплект функций, реализующих ДПФ.
- `module.h` – комплект функций визуализации.
- `nfft.cpp` – основной модуль модели.
- `input.sig` – входной вектор
- `output.sig` – выходной вектор

Листинг программной модели представлен в таблице 1.

Таблица.1. Листинг компонента `fft.h`

```
////////////////////////////////////  
// Компонент обеспечивающий вычисление ДПФ функции v1.12 //  
// (с) 12.11.2002 Alex Adov, alex@iu4.bmstu.ru //  
// Включает в себя: //  
// функцию FFT – функция вычисления модуля энергетической //  
// характеристики при заданной частоте //  
// Функция BPF – функция быстрого преобразования Фурье, //  
// возвращает модуль энергетической характеристики //  
// при заданной частоте. //  
////////////////////////////////////  
#include <math.h>  
#include <iostream.h>  
#include <stdio.h>  
#include <fourier.h>  
  
////////////////////////////////////  
// функция FFT – функция вычисления модуля энергетической //  
// характеристики при заданной частоте //  
// Входные параметры: int N – размер входного вектора, //
```

```

// double Y[] - входной вектор, //
// double W - заданная циклическая частота, //
// double dt - промежуток между отсчетами, //
////////////////////////////////////

double FFT(int N,double Y[],double W, double dt){

    double Re = 0;
    double Im = 0;
    for (int i = 0; i < N; i++){
        Re = Re + Y[i]*cos(W*i*dt); //Re Вычисление вещественной
части
        Im = Im + Y[i]*sin(W*i*dt); //Im Вычисление мнимой части
    }
    return sqrt( Re*Re + Im*Im )*dt; // возвращение модуля
энергетической
//характеристики при заданной частоте
}

////////////////////////////////////
// Функция BPF - функция быстрого преобразования Фурье, //
// возвращает модуль энергетической характеристики //
// при заданной частоте. //
// Входные параметры: int N - размер входного вектора, //
// double Y[] - входной вектор, //
// double W - заданная циклическая частота, //
// double dt - промежуток между отсчетами, //
////////////////////////////////////

double BPF(int N, double Y[], double W, double dt){

    double Arg = 0; //
    double H_Re = 0; //
    double H_Im = 0; //
    double Re_X = 0; //
    double Re_Z = 0; //
    double Im_X = 0; //
    double Im_Z = 0; // }Объявление вспомогательных переменных
    double Re_Sz = 0; //
    double Im_Sz = 0; //
    double Re_S = 0; //
    double Im_S = 0; //
    double lSl = 0; //

    // представляем входной вектор Y через два вспомогательных X и Z

    for (int i = 0; i < N/2 ; i++){

        Arg =2 * W * i / N;
        H_Re = cos(Arg); // гармоника вещественной части
        H_Im = sin(Arg); // гармоника мнимой части

        Re_X = Re_X + Y[2*i] * H_Re; // Re part of X
        Im_X = Im_X + Y[2*i] * H_Im; // Im part of X

        Re_Z = Re_Z + Y[2*i+1] * H_Re; // Re part of Z
        Im_Z = Im_Z + Y[2*i+1] * H_Im; // Im part of Z
    }

    Re_Sz = Re_Z*cos(W / N) - Im_Z*sin(W / N); // Re part of Sz

```

```

    Im_Sz = Im_Z*cos(W / N) - Re_Z*sin(W / N); // Im part of Sz

    Re_S = Re_X + Re_Sz; // Re part of S
    Im_S = Im_X + Im_Sz; // Im part of S

    lSl = sqrt ( Re_S*Re_S + Im_S*Im_S ); // module S

    return lSl;
}

const int SIZE = 16;
const double ABS = .001;
class Nero_BPF{
private:
    double W[SIZE][SIZE]; // matrix of weightes
    double *y; // output signal
    double *x; // input signal

public:
    Nero_BPF(){
    }
    void Teach(double *); // procedure teach net
    void Engine(); // function summ weigthes
    void Read_Matrix();
    void Write_Matrix();
};

void Nero_BPF :: Engine(){

    for (int i = 0; i < SIZE; i++){
        for (int j = 0; j < SIZE; j++){

            y[i] = y[i] + x[j]*W[i][j];

        }

    }

}

void Nero_BPF :: Teach(double *d){

    this->Engine();
    randomize();

    for (int i = 0; i < SIZE; i++){
        for (int j = 0; j < SIZE; j++){

            W[i][j] = 10*random(1);

        }

    }

    for (i = 0; i < SIZE; i++){
        while (fabs(y[i] - d[i]) < ABS){

            this->Engine();
            for ( int j = 0; j < SIZE; j++){

                W[i][j] = W[i][j] + x[j]*(d[i] - y[i]);

```

```

    }
}

void Nero_BPF :: Read_Matrix(){

    FILE *fp;
    char Url[] = "123";
    if ( (fp = fopen(Url,"r")) == NULL){
        printf("cann't open %s",Url);
        exit;
    }
    char Matrix[] = "";
    fscanf(fp,"%s",Matrix);          //read from file MATRIX
    char tmp[] = "";
    int LENGTH = 0;
    LENGTH = strlen(Matrix);

    for (int k = 0; k < LENGTH; k++){
        if (Matrix[k] != " "){
            tmp = strcat(tmp,Matrix[k]);
        }
        if (tmp != ""){
            W[i][j]
        }
    }
    fclose(fp);
}
}

```

Литература

6. Медведев В.С., Потемкин В.Г. Нейронные сети. MATLAB 6 / под общ. ред. Потемкина В.Г. – М.: Диалог-МИФИ, 2002. – 496 с.
7. Нейрокомпьютеры и их применение. Книга 1. Галушкин А.И. Теория нейронных сетей. М.: ИПРЖР, 2000, 356 стр., илл.
8. Нейрокомпьютеры и их применение. Книга 2. Сигеру Омату, Марзуки Халид, Рубия Юсоф. Нейроуправление и его приложения (пер. с англ. Н. Батина) / под ред. Галушкина А.И., Птичкина В.А. М.: ИПРЖР, 2000, 272 стр., илл.
9. <http://www.mathworks.com>
10. Станислав Осовский. Нейронные сети для обработки информации .М.: «финансы и статистика»

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА DES В УСТРОЙСТВАХ РЕАЛИЗУЕМЫХ НА ПЛИС

Поляков С.Н.

Магистр, ассистент каф. ВТ ТПУ, Зоркальцев А. А.
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

APPLICATION OF DES ALGORITHM IN PLD BASED DEVICES

Polyakov S.

Master, junior member of teaching of the chair of CE TPU

Tomsk polytechnic university, Tomsk, Russia
polyakov@prim.ce.cctpu.edu.ru

Аннотация

Цель работы – описать возможности и особенности применения алгоритма DES в информационных системах основанных на ПЛИС. Также рассмотрены возможные области применения алгоритма DES в таких системах.

Abstract

The goal of the paper is to describe possibility and features of application the DES algorithm in systems are based on PLDs. The possible range of application of DES algorithm in devices on PLDs was also examined in the paper.

В последнее время широкое распространение получили программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС). На ПЛИС разрабатываются множество цифровых устройств различного назначения. В настоящее время наблюдается быстрое развитие рынка телекоммуникационных систем для которого остро стоит проблема защиты информации от несанкционированного доступа при передачи ее по открытым каналам связи. На сегодняшний день известно множество методов защиты данных, самым надежным и распространенным из них является криптографическое кодирование информации.

При проектировании специализированных устройств передачи данных реализуемых на ПЛИС актуальна задача реализации криптоалгоритмов на этой же элементной базе.

Так как отказ от применения внешних микросхем реализующих тот или иной криптоалгоритм и реализация этого алгоритма на одной ПЛИС вместе с проектируемым устройством обладает рядом преимуществ. Во-первых, увеличивается надежность проектируемого устройства, обусловленная меньшим количеством внешних соединений. Во-вторых, уменьшаются габаритные размеры и энергопотребление устройства, за счет сокращения количества элементов схемы. В-третьих, появляется возможность замены криптоалгоритма без внесения изменений в схему устройства.

На Кафедре Вычислительной техники Томского политехнического университета, начиная с 1993 года, ведутся работы по проектированию специализированных цифровых систем на базе ПЛИС. В настоящее время кафедра принимает официальное участие в университетской программе фирмы Altera, ведется обучение студентов и разработка устройств на базе ПЛИС этой фирмы. Для защиты информации в проектируемых на кафедре устройствах был реализован алгоритм DES. Выбор этого алгоритма был сделан не случайно. На данный момент он является одним из самых распространенных в мире и принят разными организациями и странами в качестве стандарта. Тем более данный алгоритм использует только стандартную арифметику 64-

битовых чисел и логические операции. Изобилие повторений в алгоритме делает его идеальным для реализации в специализированной микросхеме.

DES представляет собой блочный шифр, он шифрует данные 64-битовыми блоками. С одного конца алгоритма вводится 64-битовый блок открытого текста, а с другого конца выходит 64-битовый блок шифротекста. DES является симметричным алгоритмом: для шифрования и дешифрирования используются одинаковые алгоритм и ключ (за исключением небольших различий в использовании ключа).

Длина ключа равна 56 битам. Ключ, который может быть любым 56-битовым числом, можно изменить в любой момент времени. Ряд чисел считаются слабыми ключами, но их можно легко избежать. Безопасность алгоритма полностью определяется ключом.

После первоначальной перестановки блок открытого текста разбивается на правую и левую половины длиной по 32 бита. Затем выполняется 16 этапов одинаковых действий, называемых функцией f , в которых данные объединяются с ключом. После шестнадцатого этапа правая и левая половины объединяются и алгоритм завершается заключительной перестановкой (обратной по отношению к первоначальной). На каждом этапе биты ключа сдвигаются, и затем из 56 битов ключа выбираются 48 битов. Правая половина данных увеличивается до 48 битов с помощью перестановки с расширением, объединяется посредством логической операции ИСЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с 48 битами смещенного и переставленного ключа, проходит через 8 S-блоков, образуя 32 новых бита, и переставляется снова. Эти четыре операции и выполняются функцией f . Затем результат функции f объединяется с левой половиной опять с помощью логической операции ИСЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ. В итоге этих действий появляется новая правая половина, а старая правая половина становится новой левой. Эти действия повторяются 16 раз, образуя 16 этапов DES. Если B_i это результат i -ой итерации, L_i и R_i левая и правая половины B_i , K_i 48-битовый ключ для этапа i , а f это функция, выполняющие все подстановки, перестановки и операции ИСЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с ключом, то этап можно представить как:

$$L_i = R_{i-1}$$

$$R_i = L_{i-1} \oplus f(R_{i-1}, K_i)$$

Разработанная схема содержит следующие выводы: 64-разрядный вход данных, 56-разрядный вход ключа, 64-разрядный выход зашифрованных данных, вход управления выбором режима работы (шифрование/дешифрование), вход начала работы, выход окончания шифрования и 3 входа тактовых импульсов. Как видно, схема имеет простой интерфейс, что значительно расширяет область ее применения. Все данные подаются на вход схемы и поступают на выход в параллельном коде, хотя в зависимости от применения может возникнуть необходимость поступления данных в другом коде. Такая необходимость может быть вызвана ограничениями, накладываемыми со стороны источника или приемника информации сопряженного с данной схемой, на разрядность данных. Но так как схема разработана для реализации на ПЛИС, то добавить к схеме блок преобразования параллельного кода в любой последовательный не составит труда. Использование трех синхроимпульсов (одной частоты, но с некоторым смещением друг относительно друга) позволяет добиться максимального быстродействия на конкретной ПЛИС, путем экспериментального определения оптимальной задержки между синхроимпульсами.

Разработанная схема состоит из трех частей: основной, генератора подключей и счетчика итераций. Каждый из блоков имеет по одному многоразрядному выходу. Операция шифрования производится в цикле за 16 шагов, для этого выходные данные каждого блока попадают на вход не напрямую, а через регистр, имеющий соответствующее число разрядов и управляемый сигналом с одного из входов синхронизации схемы. Таким образом, работа схемы жестко синхронизирована, это требуется, в первую очередь, для того, чтобы избежать ошибок при взаимодействии трех блоков схемы между собой, связанных с разной длительностью задержек в каждом из блоков.

Особенностью данной разработки является использование встроенных блоков памяти (ВБП) ПЛИС для реализации одного из этапов алгоритма DES (подстановок в S-

блоках). Поэтому данная реализация алгоритма DES, может быть осуществлена только на ПЛИС, имеющих не менее 8 ВБП (в каждом из них используются только 256 бит). Таким образом, функции перестановки в S-блоках (являющиеся обычными логическими функциями от 6 переменных) представляются в табличном виде и размещаются во внутренней памяти ПЛИС. Это позволяет, при незначительном использовании памяти ПЛИС, многократно уменьшить количество логических блоков ПЛИС, необходимых для реализации схемы.

Полученная реализация алгоритма на ПЛИС семейства FLEX10K требует около 450 логических ячеек, максимальная скорость обработки данных составляет около 52.8 Мбит/с (при частоте тактовых импульсов 0.86 МГц), что сравнимо с параметрами известных реализаций этого алгоритма на специализированных микросхемах. Результаты получены с помощью моделирования работы схемы в среде MAX+PLUS II.

Алгоритм DES был описан на языке VHDL, с использованием лишь небольшого количества стандартных компонентов системы MAX+PLUS II (в основном для работы с ВБП), что позволяет с минимальными затратами перенести данный проект на ПЛИС других фирм и ASIC.

Если сравнивать разработанную схему с программными реализациями алгоритма DES, то сразу в глаза бросается ее главное преимущество перед первыми – это ее быстродействие. Поэтому, естественно, возникает идея использовать реализации на ПЛИС вместо программ, используя для обмена данными любой наиболее подходящий для этого порт компьютера. Это позволит значительно разгрузить центральный процессор компьютера, если ему постоянно приходится выполнять шифрование данных. Причем для создания такого внешнего устройства лучше использовать реализацию алгоритма DES на ПЛИС, чем на стандартных микросхемах, так как ПЛИС можно легко перепрограммировать для работы с нужным портом (код данных и их разрядность) не используя при этом ни каких дополнительных согласующих устройств. При этом скорость обмена данными с компьютером через многие порты не высока, поэтому быстродействие реализации алгоритма DES на ПЛИС будет вполне достаточным для подобного рода применения.

Если же сравнивать разработанную схему с другими аппаратными реализациями, то видно, что некоторые из них имеют преимущество в скорости шифрования данных. Но если все таки не требуется высокого быстродействия, то у реализаций на ПЛИС появляются значительные преимущества перед реализациями на интегральных схемах. Во-первых, возможность только тот режим алгоритма DES какой требуется. Во-вторых, в программных и аппаратных реализациях практически всех криптоалгоритмов всегда остро стоял вопрос о безопасности передачи ключа в алгоритм и смены ключа при необходимости. При реализации криптоалгоритмов на ПЛИС эта проблема может быть легко решена путем занесения ключа в память ПЛИС. При этом ключ становится недоступен для чтения, но может быть легко изменен при перепрограммировании ПЛИС. И в-третьих, при реализации алгоритма DES на ПЛИС, остается достаточное количество неиспользуемых логических элементов (так как главным требованием к ПЛИС является достаточное ВБП), которые можно использовать для реализации других схем. Это может быть весьма полезным при использовании алгоритма DES в составе некоторой сложной вычислительной системы, часть функций которой (помимо шифрования данных) может взять на эта же себя ПЛИС.

Полученные результаты показывают, что данная реализация алгоритма DES может быть успешно использована при проектировании различных телекоммуникационных систем и устройств хранения и передачи данных. Так же полученные результаты могут использоваться в учебном процессе при изучении дисциплин по проектированию цифровых систем на ПЛИС и по защите информации.

Литература

1. Стешенко В.Б. ПЛИС фирмы ALTERA: проектирование устройств обработки сигналов. М: ДОДЭКА, 2000.
2. Брюс Шнайер. Прикладная криптография: Пер. — 2-е издание. (http://www.ssl.stu.neva.ru/psw/crypto/appl_rus/appl_cryp.htm).
3. Зегжда. Д.П., Ивашенко А.М. Как построить защищенную информационную систему. Технология создания безопасных систем. – СПб.: НПО «Мир и семья-95», ООО «Интерлайн», 1998.
4. П.Н. Бибило Основы языка VHDL. М.: СОЛОН-Р, 2000.

ИССЛЕДОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНЫХ РЕШЕНИЙ ЭВМ ЕДИНОЙ СЕРИИ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Денисов А.А. (студент 1-го курса)

научный руководитель: к.т.н., доцент Власов А.И.

Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана,
кафедра “Проектирование и технология производства ЭА” (Иу4).

RESEARCH OF ARCHITECTURAL DECISIONS OF THE COMPUTER OF UNIFORM SYSTEM FROM THE POINT OF VIEW OF MODERN TECHNOLOGIES

Denisov A.A. (student of 1-th year)

the scientific chief: Ph.D. Vlasov A.I.

Bauman Moscow State Technical University,
Department IU4.

Аннотация

Целью исследования является анализ архитектурных решений Единой Системы ЭВМ, для оценки ряда интересных технологий и идей с точки зрения оценки их актуальности при реализации на современной элементной базе. Работа выполнялась в рамках программы создания Виртуального компьютерного музея (<http://museum.iu4.bmstu.ru>).

Abstract

The purpose of research is the analysis of architectural decisions of Uniform System of the COMPUTER, for an estimation of some interesting technologies and ideas from the point of view of an estimation of their urgency at realization on modern element base. Work was carried out within the framework of the program of creation of the Virtual computer museum (<http://museum.iu4.bmstu.ru>).

В семидесятых годах XX века усилиями учёных и инженеров на свет появляется Единая Серия электронных вычислительных машин (ЕС ЭВМ). ЕС ЭВМ представляла собой третье поколение информационно вычислительных систем, направленных на решение широкого круга научных, технических, информационных, экономических и других задач. Проанализируем ряд интересных технических решений и идей, реализованных в ЕС ЭВМ, с точки зрения оценки их актуальности при реализации на современной элементной базе.

Стоит обратить внимание на технологию производства машин: при производстве ЕС ЭВМ использовались технологические процессы механообработки, сборки, монтажа, изготовления многослойных печатных плат; была проведена полная унификация всех конструктивных элементов с ЕС ЭВМ предыдущих моделей, механизированная подготовка и установка элементов на плату ТЭЗа (типовой элемент замены); групповая пайка ТЭЗов волной; полуавтоматический монтаж панелей и автоматизированный контроль монтажа панелей рам; шкафов; создан целый ряд стендового оборудования, позволяющего механизировать операции монтажа и контроля. Дальнейшее развитие получили механизация и автоматизация производства ТЭЗ. Был изготовлен ряд стендов и контрольно-измерительных приборов, в первую очередь для ТЭЗ памяти. В механической обработке дальнейшее развитие получили формообразующие методы обработки. Принципы создания «конструкционных рядов», унификация и стандартизация несущих конструкций находят сейчас свое воплощение в конструктивах «Евромеханика».

При разработке ЕС ЭВМ были приняты стандарты, что позволило более чётко организовывать и структурировать вычислительные комплексы. Эти стандарты обеспечили как аппаратную совместимость среди ЕС ЭВМ и с зарубежными аналогами, так и программную.

Основные принципы, положенные в основу создания ЕС ЭВМ, позволяли развивать её новыми моделями. Более новые модели отличались от предыдущих меньшими габаритами, сниженным энергопотреблением, а также более высокой производительностью и

надёжностью (что очень актуально на сегодняшний день). Среди особенностей, характерных для ЭВМ III поколения, ЕС ЭВМ обладали: широким использованием микроэлектронной элементной базы, конструкцией со стандартизированной системой сопряжения, широким набором периферийных устройств различного функционального назначения, развитой системой программного обеспечения.

На сегодняшний день любую систему от обычного портативного компьютера до супер-ЭВМ может расширить до необходимого уровня (ограничиваясь лишь технологическими препятствиями). Это стало возможно благодаря использованию модульной архитектуры, позволяющей менять одни компоненты системы на другие, а также собирать системы из различных частей (модулей), выполняющих характерные функции. Важно отметить, что модульная архитектура была и у ЕС ЭВМ.

Очень интересна технология применения сервисного (управляющего) процессора, входящего в состав машины, конструктивно оформленного в виде самостоятельного устройства с собственными блоками вторичного питания: с его помощью выполнялись функции управления ЕС ЭВМ, а также ведение диагностики. Сервисный процессор имел в своём составе алфавитно-цифровой дисплей (для мониторинга состояния системы) и печатающее устройство (для печати отчётов). Сервисный процессор мог быть удалён от центральной части ЭВМ на расстояние до 60 м. (учитывая то, что некоторые модели из серии ЕС ЭВМ занимали помещение площадью до 120 м², это очень хороший результат) и подключался к процессору через специальный интерфейс. Сервисный процессор имел собственную систему микродиагностики, позволяющую локализовать неисправность с точностью до одного-двух ТЭЗ. В настоящее время его функции выполняют системные контроллеры.

В зависимости от выполняемых функций на экран дисплея сервисного процессора мог быть вызван один из 34 управляющих и индикационных кадров. Содержимое любого кадра могло быть выведено на печатающее устройство.

Аппаратным контролем было охвачено 95% оборудования процессора, а в сочетании с программными средствами диагностики возможно было обнаружить почти 99% неисправностей. При возникновении устойчивых отказов в отдельных блоках была предусмотрена возможность их автоматического логического отключения. Так, было предусмотрено отключение буферной памяти, буферной памяти команд, буфера быстрой переадресации, блока двоичного деления, ускорителя логических команд. При неисправности в этих блоках не терялась работоспособность ЭВМ в целом, а происходила некоторая деградация параметров быстродействия.

На сегодняшний день из систем защиты и сбережения аппаратуры и информации чаще всего используется резервирование, хотя оно и не очень широко распространено из-за своей дороговизны. Зато появляется возможность резервировать внутрисерверные компоненты, а также разбивать существующие компоненты системы на кластеры, которые могут удалённо диагностироваться и обслуживаться, не мешая остальным компонентам системы. Резервирование данных заключается в сохранении наиболее важной информации на носителях с целью её восстановления в случаях краха системы. Резервирование данных может быть как локальным, так и сетевым.

Наряду с резервированием используется кластеризация. В широком смысле слова кластер - это любой набор соединённых между собой компьютеров, работа которых координируется для получения какого-либо полезного эффекта. Кластеризация чаще всего используется для повышения доступности приложений и обеспечения их масштабируемости. Некоторые технологии кластеризации также обеспечивают единый образ системы, что позволяет централизованно управлять большим количеством компьютеров как единой системой из единой точки управления. В случае выхода сервера из строя или отказа приложения другой сервер из того же кластера может взять на себя эту рабочую нагрузку, поскольку все серверы в кластере соединены с одними и теми же устройствами хранения данных и клиентами. Если выйдет из строя сетевое соединение, клиенты могут использовать альтернативные маршруты для

получения доступа к данным и продолжения своей работы. Если потребности приложения в ресурсах становятся слишком большими для существующих серверов, можно подключить дополнительные серверы и перераспределить рабочую нагрузку между большим количеством серверов. Несмотря на увеличение количества кластеризованных серверов в центре обработки данных, управление системой во многом остается централизованным, что позволяет не увеличивать штат системных администраторов, а значит, не увеличивать затраты. Если центр обработки данных полностью выйдет из строя, удаленные компьютеры, включенные в кластер этого центра, могут взять на себя его рабочую нагрузку и возобновить обработку информации, используя реплику онлайн-данных.

Сравнение современных ЭВМ с ЕС ЭВМ:

Терминальная ЭВМ снабжена высокоразвитой системой восстановления, расширенными средствами программно-аппаратного контроля, восстановления и диагностики. В ЭВМ применены система контроля и восстановления, работающая на аппаратном, микропрограммном уровнях процессора и программ сервисной подсистемы, а также впервые в ЕС ЭВМ – метод «сдвиговых регистров» диагностирования и тестирования оборудования, обеспечивающий доступ (считывание и установку) к любому запоминающему элементу ЭВМ с помощью автономной сервисной подсистемы.

Ниже приведены сравнение архитектур многопроцессорных конфигураций ЕС ЭВМ и современных ЭВМ (на примере ЭВМ на базе МП AMD Hammer):

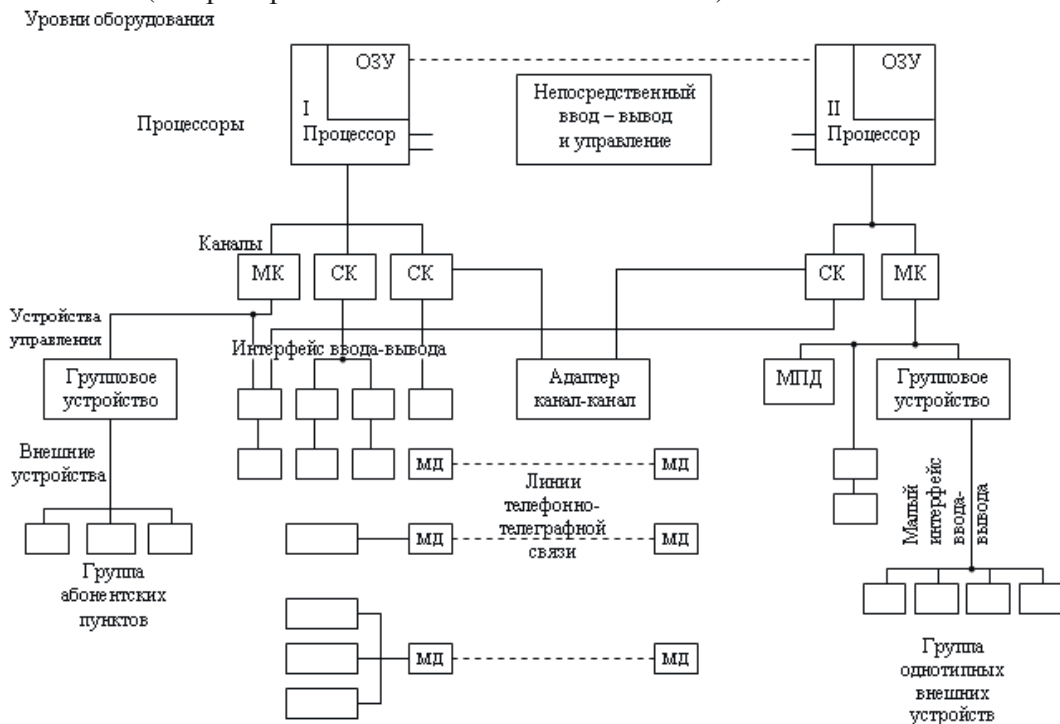


Рис 1. Структурная схема технических средств ЕС ЭВМ: МК – мультиплексный канал; СК – селекторный канал; МПД – мультиплексор передачи данных; МД – модулятор-демодулятор.

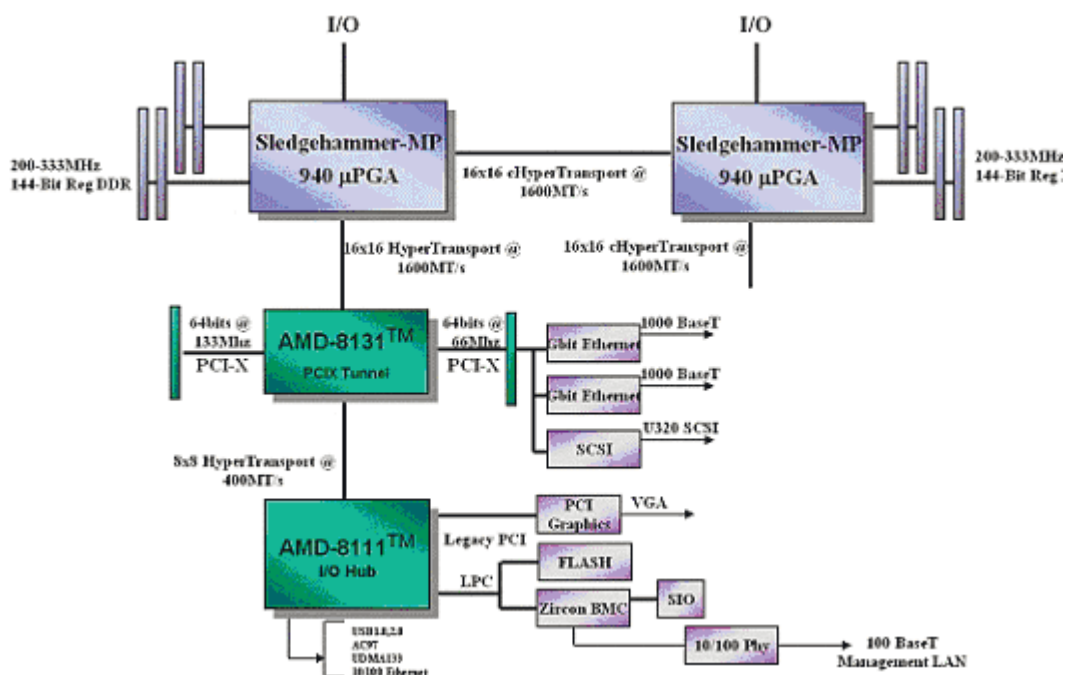


Рис 2. Устройство многопроцессорных систем на архитектуре AMD Hammer (система на 2^x процессорах). На момент публикации данная система находилась только в стадии разработки.

Необходимо также рассмотреть программную часть.

Функции современных локальных вычислительных систем:

1. Разделение ресурсов – позволяет совместно использовать ресурсы сети – принтеры, дисковое пространство. Услуги предоставляет сетевое ПО, в данном случае называемое, «сервер печати» и «файлсервер»;
2. Разделение данных – предоставляет возможность доступа и управления базами данных с рабочих мест. Услуги такого рода предоставляет ПО, называемое «сервер баз данных». Эти программы разрабатываются под различные операционные системы. Некоторые продукты несут в себе необходимые функции операционной системы (управление файлами, поддержка оборудования и т.д.). Такие системы сами являются сетевой операционной системой ориентированной на управление БД и предоставления данных сетевым клиентам;
3. Разделение программных средств – предоставляет возможность одновременного использования централизованных, заранее установленных программ. ПО, предоставляющее такие услуги называется «сервер приложений»;
4. Разделение ресурсов процессора – возможность использования вычислительных мощностей для обработки данных другими системами, входящими в сеть;
5. Средства коммуникации – интерактивный обмен информацией между рабочими станциями сети, обмен сообщениями между пользователями.

Сочетание аппаратных и программных средств Единой системы обеспечивало работу во всех режимах, обычно требуемых пользователю (почти все эти режимы с успехом можно встретить на современных ЭВМ): пакетной обработке, мультипрограммном, в реальном масштабе времени, диалоговом, с разделением времени и др.

Необходимо отметить характеристики программного обеспечения ЕС ЭВМ. Например, программные средства ЭВМ ЕС-1066 (из III ряда) включали в себя системные, тестовые и сервисные, программные средства.

Системные программные средства состояли из операционной системы ОС7 ЕС и систем программирования для языков ПЛ/1, Кобол, Фортран, Паскаль, Ассемблер.

Операционная система ОС7 отличалась от предшествующих версий ОС ЕС наличием в ней концепции виртуальной машины. С помощью систем виртуальных машин

реализовывались все режимы и подсистемы ОС7 ЕС.

Базовая операционная система, входящая в ОС7 ЕС наряду с системой виртуальных машин, могла работать на одной или нескольких виртуальных машинах. ОС7 ЕС обеспечивала функционирование как однопроцессорных, так и многопроцессорных конфигураций ЕС ЭВМ, при этом было возможно использование множества пространств виртуальной памяти. Обеспечивался эффективный переход пользователей от разработанных ранее операционных систем ОС ЕС и ДОС ЕС.

Основной режим работы: под управлением операционной системы восемь операторов, каждый за своим дисплейным пультом, выполняли автономные задачи на своей виртуальной машине, получая исходные данные с закрепленного за ними одного из восьми НГМД. Любой из операторов имел возможность выхода в сеть через сетевой адаптер, каждый имел независимую линию связи, что было немаловажно в то время ввиду низких скоростей передачи данных через штатные модемы ЕС ЭВМ. Использовались различные линии связи, в том числе через спутник.

Подводя итог, важно отметить, что все эти машины реально существовали и серийно выпускались. Т.е. те идеи, которые в них закладывались разработчиками, были реализованы, а не остались только на бумаге. Также становится очевидным то, что возможности, заложенные в ЕС ЭВМ, широко распространены в современных системах, а также то, что тенденции по улучшению и удешевлению современных систем сохранились.

Литература

1. В.И. Грубов, В.С. Кирдан, С.Ф. Козубовский *«Справочник по ЭВМ»*. Отв. ред. Г.Е. Петухов. Киев: «Наукова думка», 1989.
2. Ю.П. Селиванов *«Новые технические средства ЕС и СМ ЭВМ»*. В сб. *«Электронная вычислительная техника»*. Под ред. В.В. Пржиялковского. Вып. 1. М., Радио и связь, 1987.
3. Ю.С. Ломов *«ЭВМ высокой производительности ЕС 1066 и ЕС-1065»*. В сб. *«Электронная вычислительная техника»*. Под ред. В.В. Пржиялковского. Вып. 1. М., Радио и связь, 1987.
4. *Пятнадцать авторских свидетельств СССР на изобретения* (авторы: А.У. Ярмухаметов и др.).
5. Вл.В. Воеводин *«Суперкомпьютерная грань компьютерного мира»*.
6. М. Кузминский, Д. Волков *«Современные суперкомпьютеры: состояние и перспективы»*.
7. В.К. Левин *«Отечественные суперкомпьютеры»*.
8. Б.В. Пальцев *«РС против суперкомпьютеров»*.
9. НИВЦ МГУ *«Основные классы современных параллельных компьютеров»*.
10. Статья *«Кластеризация. Обеспечение доступности бизнес-приложений»*. <http://www.jetinfo.ru/2001/8/1/article1.8.2001211.html>
11. Роман Зейбот *«Резервирование в информационной системе – стандартные решения»*. http://asutp.interface.ru/articles/display_topic_threads.asp?ForumID=16&TopicID=471&PagePosition=1
12. Виктор Картунов *«Факты и предположения об архитектуре AMD Opteron и Athlon 64»*. <http://www.ixbt.com/cpu/amd-hammer-family.shtml>

ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОКООРДИНАТНОГО ДИСКРЕТНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА В ГИБКОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СБОРКЕ ЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ НА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТАХ

Курносенко А. Е.

Научный руководитель: к.т.н., доцент каф. ИУ-4 МГТУ им. Н. Э. Баумана Иванов Ю. В.
Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, г. Москва, Россия

USING OF MULTI-DIMENSIONAL STEPPER DRIVE IN FLEXIBLE AUTOMATED ASSEMBLING OF ELECTRONIC MODULES BASED ON PRINTED CIRCUIT BOARDS

Kurnosenko A. E.

Scientific adviser: candidate of technical sciences, senior lecturer Ivanov Y. V.
“IU-4” department, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia
akurn@iu4.bmstu.ru

Аннотация

В статье рассматривается применение плоских двухкоординатных и линейно-поворотных шаговых двигателей в качестве приводов систем монтажа, координатных систем и вспомогательных устройств гибкого автоматизированного оборудования сборки электронных модулей на печатных платах. Описаны примеры монтажного оборудования с различной реализацией монтажных и координатных систем. Проведен выбор оптимальной модификации двухкоординатного шагового двигателя по критерию минимальной потребной тяговой силы. Проведена оценка массогабаритных параметров выбранных модификаций двигателей.

Abstract

Using of two-dimensional linear and rotary linear stepping motors as drives for the flexible automated equipment intended for assembly of electronic modules based on printed circuit boards is considered. Examples of mounting equipment with various implementations of coordinate and mounting systems are described. Optimal type of two-dimensional linear motor by minimal desired pulling power criterion is selected. Valuation of mass and dimension parameters of selected motors is carried out.

Современное автоматизированное производство микроэлектронной аппаратуры предъявляет повышенные требования к характеристикам приводов элементов и узлов оборудования, в частности, сборочных центров (СБЦ) и гибких производственных модулей (ГПМ) сборки электронных ячеек (ЭЯ) на печатных платах (ПП). Среди наиболее ответственных узлов сборочного оборудования, прежде всего, следует выделить:

- систему монтажа электронных компонентов (ЭК) на ПП, включающую одну или несколько сборочных головок (СГ) с приводами по одной или нескольким координатам;
- координатную систему перемещения зафиксированной ПП в позицию монтажа, состоящую из координатного стола (КС) и его приводов в плоскости XY;
- элементы специального технологического оснащения (СТО) – питатели ЭК, приспособления для накопления, фиксации, загрузки/выгрузки ПП и т.д.

При проектировании элементов такого оборудования особое внимание уделяется обеспечению:

- высокой производительности, точности и надежности координатной системы, системы монтажа, загрузочных устройств;
- максимальной гибкости с точки зрения программной переналадки на выпуск новых типов ЭЯ;
- максимальной концентрации операций и переходов на одном рабочем месте.

Решению поставленных задач в части разработки приводов перечисленных выше систем и устройств в значительной степени отвечает многокоординатный дискретный электропривод

на основе шаговых двигателей. Можно отметить следующие достоинства данных приводов [1, 5] с точки зрения их применимости для перемещения исполнительных механизмов систем сборочного оборудования:

- модульность конструкции;
- возможность конструктивной интеграции планарного (XY) и линейно-поворотного (Z-φ) шагового двигателя (ШД);
- исключение узлов кинематического преобразования движения;
- повышенная надежность за счет бесконтактного перемещения исполнительного механизма (движение происходит на жесткой воздушной опоре);
- высокие показатели по производительности (скорости, ускорению), точности и повторяемости, тяговому усилию даже в случае разомкнутой структуры привода;
- фиксация конечных положений механизма;
- возможность гибкого программного управления от ЭВМ.

Рассмотрим конструктивные особенности некоторых систем сборки с применением различных ШД.

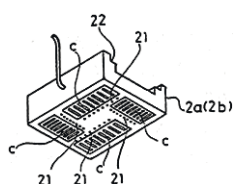
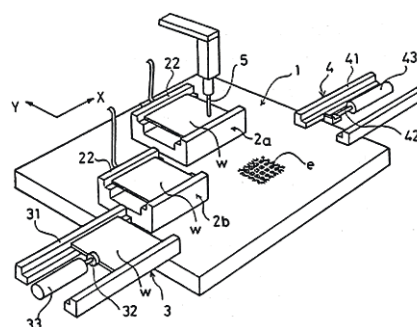


Рис. 1. Якорь XY-ШД – КС

Рис. 2. Применение XY-ШД для привода КС ГПМ сборки ЭЯ с двумя КС и одной СГ



В ГПМ на рис. 2 [7] система монтажа включает одну неподвижную СГ, координатная система состоит из двух независимо перемещающихся КС 2а и 2б с закрепленными на них ПП. Каждый стол представляет собой подвижную часть (якорь) двухкоординатного XY-ШД (рис. 1), снабженный двумя ортогональными парами симметрично расположенных однокоординатных модулей (с), создающих движущую силу соответственно по координатам X и Y. Столы поддерживаются над основанием (пассивным индуктором ШД) 1, на которое нанесена совмещенная зубцовая нарезка (е), при помощи воздушных опор, для чего в корпусе якорей предусмотрены отверстия выхода воздуха 21. ПП w фиксируются на столах 2а и 2б при помощи направляющих 22. Устройство загрузки (выгрузки) ПП 3 (4) имеет направляющие 31 (41) и пневмоцилиндр 33 (43), оборудованный штоком 32 (42). При подаче ПП w на рабочий стол 2а, стол 2б устанавливается в резервную позицию. Далее стол 2а перемещается в позицию монтажа ЭК, осуществляемого СГ 5, при этом стол 2б занимает его положение для загрузки очередной ПП. Аналогично производится выгрузка собранных ПП устройством 4.

Рис. 4. Применение XY-ШД для привода СГ СбЦ сборки ЭЯ с

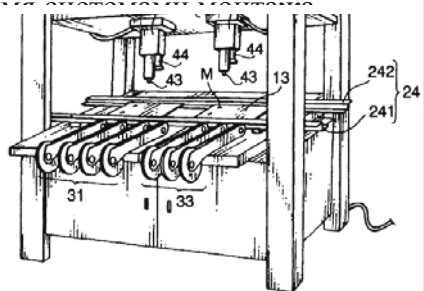


Рис. 3. Применение XY-ШД для привода КС ГПМ сборки ЭЯ с двумя системами монтажа

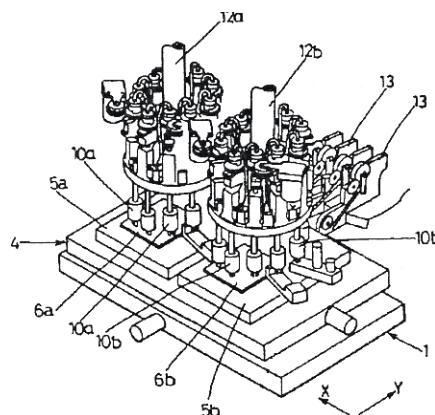


Рис. 5. Индуктор XY-ШД с совмещенной нарезкой зубьев

В ГПМ [8] (рис. 3) имеются две независимые системы монтажа, каждая из которых состоит из блока 12а (12b) СГ 10а (10b) с карусельным приводом. Устройство снабжено ленточными питателями ЭК 13. Координатная система включает основание 1, на котором расположен основной КС 4, выполняющий грубое перемещение в плоскости ХУ, и множество вспомогательных КС 5а, 5b, предназначенных для точного позиционирования ПП ба, бб в плоскости ХУ с помощью планарного двухкоординатного двигателя. При этом на КС 4 представляет собой индуктор, а КС 5а и 5b – два якоря ЛШД, выполненных по аналогичной рис. 1 и рис. 2 схеме.

СбЦ [9,10] на рис. 4 использует ХУ-ШД для привода СГ. Конвейер 24 с направляющими 241 и 242 предназначен для перемещения ПП 13 в зону сборки. Имеются две независимые системы монтажа ЭК в заданную позицию М на ПП. Каждая система монтажа включает СГ 42 (41), установленную на якоре 34 (35) ХУ-ШД, потолочного основания 7 над конвейером 24, являющегося основанием (пассивным индуктором) ШД обеих монтажных систем, и камеры распознавания положения ЭК 44, установленной на СГ 42 (41). СГ двух систем перемещаются независимо вдоль осей Х и У, скользя по основанию 7 непосредственно либо с наличием воздушного зазора, и осуществляют также вертикальное перемещение и, при необходимости, коррекцию углового положения ЭК по данным системы обработки изображения, поступающим с камер 44. Таким образом, одновременно могут собираться две ПП. ЭК подаются в позицию их захвата СГ из групповых ленточных питателей 31 (33). Основание – пассивный индуктор 7 (рис. 5) представляет собой плиту из магнитомягкого материала с совмещенной нарезкой зубьев 71 по осям Х и У с шагом Р. Пространство между зубьями заполнено немагнитным материалом (эпоксидным компаундом) 77 с целью создания условий для организации воздушного зазора между основанием 7 и якорями 34 (35).



Рис. 6. Якорь ХУ-ШД -

Изображенный на рис. 6 якорь 34 образован двумя парами однокоординатных электромагнитных модулей 52, 56 и 54, 58, симметрично расположенных относительно центра якоря. Конструкция одного модуля изображена на рис. 7. Модуль имеет два электромагнита, образованных обмотками управления 46 (47), постоянными магнитами 61 (62) и полюсами 81, 82 (83, 84). Каждый полюс заканчивается зубом (соответственно 91 – 98). Зубья первого электромагнита ориентированы напротив зубцовой нарезки основания 7, в то время как зубья второго сдвинуты относительно первого на четверть периода зубцовой нарезки.

ШД применяются также в качестве привода вертикального (Z) и углового (φ) перемещения СГ в позицию монтажа ЭК на ПП [11]. Привод перемещения СГ представляет собой комбинированный линейно-поворотный Z φ -ШД (рис. 9), состоящий из вращательного двигателя 38 и линейного двигателя 39, при этом индуктор линейной части 51 и ротор поворотной 45 установлены коаксиально на оси присоски 19, служащей для вакуумного

захвата и удержания ЭК. Статор поворотной части 42 и якорь линейной части 48 расположены таким образом, чтобы обеспечить развязку магнитных контуров двигателей.

Пример применения ШД для точного позиционирования питателя ЭК в позиции их захвата СГ [12] представлен на рис. 8. Блок ленточных питателей ЭК 2 установлен на подвижном столе 11б. КС 6 перемещает зафиксированную ПП 10 в плоскости XY в зону сборки. ЭК захватывается одной из СГ 5 блока головок 3, карусельный привод 4 которого осуществляет поворот ЭК на 180°, после чего он устанавливается в требуемую позицию на ПП. Стол 11б перемещается при помощи привода 15 с шариковой винтовой парой 14, а привод стола 11а представляет собой однокоординатный линейный ШД (ЛШД). Стол 11б осуществляет грубое перемещение нужного питателя в позицию захвата ЭК, затем замкнутый по положению привод стола 11б обеспечивает его точное позиционирования. С помощью такой конструкции можно справиться с ростом инерционной нагрузки вследствие увеличения размеров перемещаемого стола с питателями ЭК.

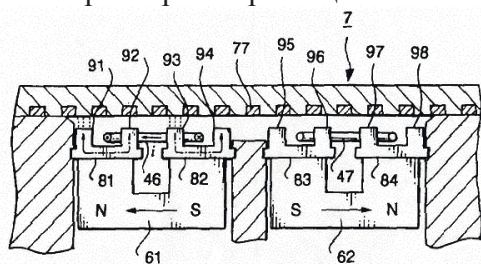


Рис. 7. Электромагнитный модуль одной координаты XY.

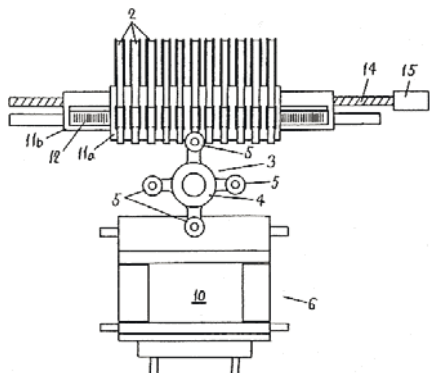


Рис. 8. Применение однокоординатного ЛШД для привода точного перемещения

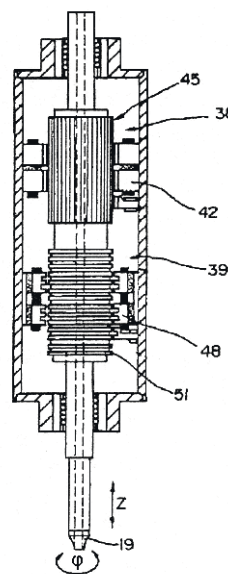


Рис. 9. Применение Zφ-ШД для привода вертикального и углового перемещения СГ

Проведем обоснованный выбор модификации XY-ШД применительно к операции перемещения СГ в позицию монтажа ЭК на ПП по методике, изложенной в [2 – 6]. Расчетные модификации XY-ШД с совмещенными (№№1 и 3) и разнесенными (№№2 и 4) зубцовыми зонами представлены на рис. 10.

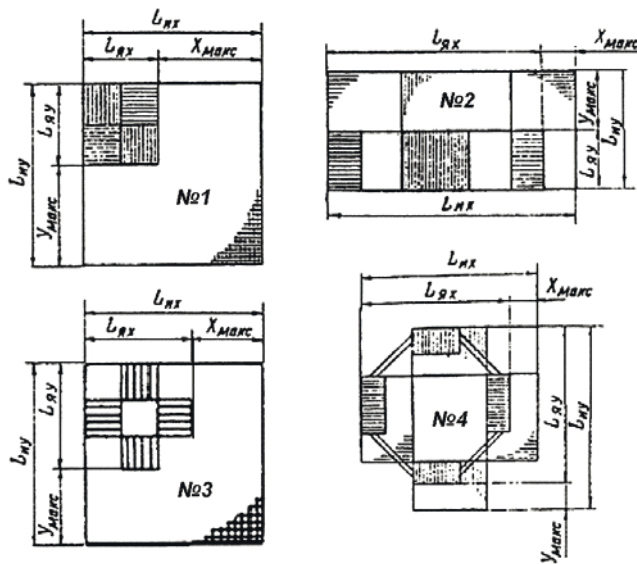


Рис. 10. Расчетные модификации

В качестве привода вертикального и поворотного перемещения СГ возьмем Z-ф ШД модели ДШЛ-8 [2, 5], обладающий следующими характеристиками: механический шаг $\alpha_{\text{мех}} = 1,25\text{мм}/1 \text{ град.}$; ход $x_z = 30 \text{ мм}$, максимальная статическая синхронизирующая сила/момент $F_{\text{макс}}/M_{\text{макс}} = 100 \text{ Н}/0,3 \text{ Н}\cdot\text{м}$, габариты $d, l = \varnothing 105 \times 210 \text{ мм}$, масса $m_{\text{Z-ф ШД}} = 8 \text{ кг}$.

Заданное требуемое ускорение основания XY-ШД $a_{\text{зад}} = 20 \text{ м}/\text{с}^2$, теоретическое максимальное ускорение для модификаций №№1,3 $a_{\text{т}} = 45 \text{ м}/\text{с}^2$, для №№2,4 $a_{\text{тр}} = 90 \text{ м}/\text{с}^2$. Максимальный рабочий ход якоря по осям X и Y $x_{\text{макс}} = y_{\text{макс}} = 1 \text{ м}$.

Манипулятор представляет собой Z-ф ШД, его масса $m_{\text{м}} = m_{\text{Z-ф ШД}} = 8 \text{ кг}$. Полезной нагрузкой манипулятора являются собственно СГ и захватываемые ЭК, принимая массу СГ $m_{\text{СГ}} = 1 \text{ кг}$ и учитывая, что масса ЭК $m_{\text{ЭК}} \ll m_{\text{СГ}}$, получим, что масса нагрузки $m_{\text{н}} \cong m_{\text{СГ}} = 1 \text{ кг}$.

Коэффициент полезной нагрузки манипулятора $k_{\text{н}} = 1 + \frac{m_{\text{н}}}{m_{\text{м}}} = 1,125$.

Приняты следующие допущения [6]:

- максимальный ход якоря по осям X и Y $x_{\text{макс}} = y_{\text{макс}}$;
- максимальные тяговые силы электромагнитных модулей по осям X и Y $F_{\text{максx}} = F_{\text{максy}}$;
- размеры зубцовых зон по осям X и Y $l_x = l_y = 1$, $b_x = b_y = b$.

Считая нагрузку чисто инерционной (СГ устанавливает ЭК на ПП после полной остановки и фиксации конечного положения XY-ШД), принимаем во всех последующих расчетах начальный коэффициент запаса $K = 1$.

Запишем выражение для зависимости максимального рабочего хода $x_{\text{макс}}$ от рабочего хода,

выраженного в долях ширины активной зубцовой зоны якоря χ : $x_{\text{макс}}(\chi) = 0,5\chi \sqrt{\frac{F_{\text{Nj}}(\chi)}{\beta_s}}$,

где $j = 1 \dots 4$ – номер модификации якоря XY-ШД, β_s – коэффициент использования активной поверхности якоря, для модификаций №№1 и 3 $\beta_s = 5 \cdot 10^3 \text{ Н}/\text{м}^2$, №№2 и 4 $2\beta_s = 10 \cdot 10^3$. График зависимости для значений $\chi = 0 \dots 10$ изображен на рис. 11. Очевидно, что для заданного значения $x_{\text{макс}} = y_{\text{макс}}$ рассмотрения этого диапазона достаточно.

В качестве критерия выберем минимальную потребную тяговую силу F_{Nj} , способную сообщить основанию манипулятора СГ заданное ускорение [5]. Принимая силу сопротивления нагрузки, действующую на основание СГ $F_c = 0$ (чисто инерционная нагрузка), для четырех описанных выше модификаций соответственно имеем:

$$F_{N1}(\chi) = \frac{a_{\text{зад}} m_m k_H}{1 - \frac{a_{\text{зад}}}{a_T}}, F_{N2}(\chi) = \frac{a_{\text{зад}} m_m k_H}{1 - \frac{a_{\text{зад}}}{a_T} (1 + \xi_y \chi)}, F_{N3}(\chi) = \frac{a_{\text{зад}} m_m k_H}{1 - \frac{a_{\text{зад}}}{a_T} (1 + \xi_y)}, F_{N4}(\chi) = \frac{a_{\text{зад}} m_m k_H}{1 - \frac{a_{\text{зад}}}{a_T} [1 + \xi_y (3 + 4\chi)]}, \text{ где}$$

$\xi_y = 0,12 \div 0,18$ (принимаем $\xi_y = 0,15$). Нормируем значения $F_{Nj}(\chi)$ относительно $F_{N1}(\chi)$ [4]:

$$F_{N1}^*(\chi) = 1, F_{N2}^*(\chi) = \frac{1 - \frac{a_{\text{зад}}}{a_T}}{1 - \frac{a_{\text{зад}}}{a_T} (1 + \xi_y \chi)}, F_{N3}^*(\chi) = \frac{1 - \frac{a_{\text{зад}}}{a_T}}{1 - \frac{a_{\text{зад}}}{a_T} (1 + \xi_y)}, F_{N4}^*(\chi) = \frac{1 - \frac{a_{\text{зад}}}{a_T}}{1 - \frac{a_{\text{зад}}}{a_T} [1 + \xi_y (3 + 4\chi)]}.$$

Построим график зависимости $F_{Nj}^* = f(\chi)$ для значений $\chi = 0 \dots 10$ (рис. 12). Из графика видно, что для значений $\chi = 0 \dots 6,67$, что соответствует значению хода $x_m < 0,6$ м, приоритетной по выбранному критерию является модификация №2, для диапазона $\chi = 6,67 \dots 10$ ($x_m = 0,6 \dots 1$ м) – модификация №1. Критическое значение хода $x_{\text{кр}} = 0,6$ м.

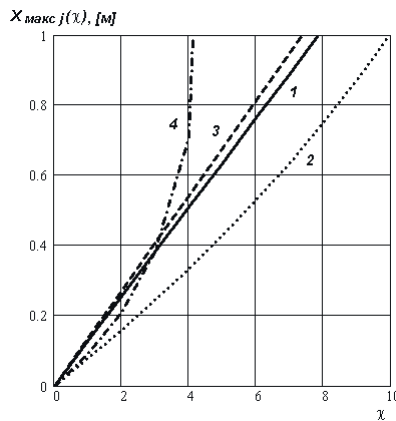


Рис. 11. Зависимость

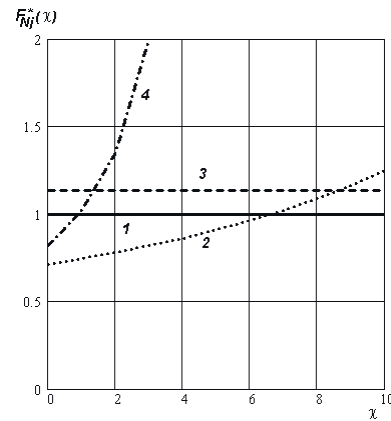


Рис. 12. Зависимость

Определим главные размеры модификаций ХУ-ШД №№1 и 2 по данным табл. 1 [3, 6].

Табл. 1. Массогабаритные параметры модификаций ХУ-ШД

№№	1	b	L_{yx}, L_{yy}	L_{ix}, L_{iy}	$L_{yx} \times L_{yy}$	m_y
1	$0,5 \sqrt{\frac{F_{N1}}{\beta_s}}$	$\sqrt{\frac{F_{N1}}{\beta_s}}$	$\sqrt{\frac{F_{N1}}{\beta_s}}$	$\sqrt{\frac{F_{N1}}{\beta_s}} + x_{\text{макс}}$	$\frac{F_{N1}}{\beta_s}$	$\mu_1 \frac{F_{N1}}{\beta_s}$
2	$\sqrt{\frac{F_{N2}}{2\beta_s}}$	$0,25 \sqrt{\frac{F_{N2}}{2\beta_s}}$	$x: \sqrt{\frac{F_{N2}}{2\beta_s}} + 2x_{\text{макс}}$ $y: 0,5 \sqrt{\frac{F_{N2}}{2\beta_s}}$	$x: \sqrt{\frac{F_{N2}}{2\beta_s}} + 3x_{\text{макс}}$ $y: 0,5 \sqrt{\frac{F_{N2}}{2\beta_s}} + y_{\text{макс}}$	$0,5 \frac{F_{N2}}{2\beta_s} +$ $x_{\text{макс}} \sqrt{\frac{F_{N2}}{2\beta_s}}$	$0,5\mu_1 \frac{F_{N2}}{2\beta_s} + \mu_2 x_{\text{макс}} \sqrt{\frac{F_{N2}}{2\beta_s}}$

В таблице $\xi_y = \frac{\mu_1}{\mu_2}$, где μ_1 – удельная масса активных частей якоря, μ_2 – масса

конструкционных деталей якоря, отнесенная к дополнительной площади, определенной разнесением модулей. Численные значения главных размеров для двух различных значений максимального рабочего хода $x_{\text{макс}}$ приведены в табл. 2.

Табл. 2. Главные размеры модификаций ХУ-ШД (численные значения)

№№	1, м	b, м	$L_{yx}, L_{yy}, \text{ м}$	$L_{ix}, L_{iy}, \text{ м}$	$L_{yx} \times L_{yy}, \text{ м}^2$
1 ($x_{\text{макс}} = 1$ м)	0,127	0,255	0,255	1,255	0,065
2 ($x_{\text{макс}} = 1$ м)	0,201	0,050	x: 2,201	x: 3,201	0,222

			y: 0,101	y: 1,101	
2 (x _{макс} = 0,6 м)	0,180	0,045	x: 2,180	x: 3,180	0,196
			y: 0,090	y: 1,090	

Оценим соотношение масс якорей двух приведенных в табл. 2 модификаций:

$$m_{\text{отн}}(\chi) = \frac{m_{\text{я2}}(\chi)}{m_{\text{я1}}(\chi)} = \frac{0,5\mu_1 \frac{F_{N2}(\chi)}{2\beta_s} + \mu_2 x_{\text{макс}} \sqrt{\frac{F_{N2}(\chi)}{2\beta_s}}}{\mu_1 \frac{F_{N1}(\chi)}{\beta_s}} = \left| \frac{\mu_2}{\mu_1} = \frac{1}{\xi_{\text{я}}} \right| = 0,5 \frac{F_{N2}(\chi)}{2F_{N1}(\chi)} + \frac{1}{\xi_{\text{я}}} \cdot x_{\text{макс}} \sqrt{\frac{F_{N2}(\chi)}{2\beta_s}} \cdot \frac{\beta_s}{F_{N1}(\chi)},$$

для $x_{\text{макс}} = 1$ м получим $m_{\text{отн}}(10) \approx 21$; для $x_{\text{макс}} = 0,6$ м получим $m_{\text{отн}}(6,67) \approx 18,8$. Полученные результаты свидетельствуют, что по массогабаритным характеристикам предпочтение независимо от значения максимального рабочего хода следует отдавать модификации ХУ-ШД №1 с совмещенной нарезкой зубьев.

Заключение

1. Рассмотрены конструкции монтажных, координатных и вспомогательных систем сборочного оборудования с использованием многокоординатного дискретного электропривода.
2. Проведен анализ модификаций плоских двухкоординатных шаговых двигателей, служащих для перемещения СГ в позицию монтажа ЭК на ПП.
3. Проведен выбор оптимальной модификации ХУ-ШД по критерию минимальной потребной тяговой силы и массогабаритным характеристикам.

Литература

1. Ивоботенко Б.А., Козаченко В.Ф. Шаговый электропривод в робототехнике. – М.: МЭИ, 1984 – 100 с.
2. Проектирование шагового электропривода. Ивоботенко Б.А., Козаченко В.Ф. / Под ред. Л.А. Садовского. – М.: МЭИ, 1985 – 100 с.
3. Гониашвили Э. С. Исследование двухкоординатного позиционного линейного шагового электропривода: Дисс. канд. техн. наук. – М.: МЭИ, 1978. – 220с.
4. Мельников Н. В. Исследование новых многокоординатных систем шагового электропривода для роботов и манипуляторов: Дисс. канд. техн. наук.– М.:МЭИ, 1981. – 190с.
5. Мельников Н. В., Гониашвили Э. С. Принципы построения манипуляторов на основе плоского шагового электропривода // Многокоординатный дискретный электропривод – М.: Труды МЭИ, 1979 – вып. 440. – с. 64 – 75.
6. Луценко В. Е., Соломахин Д. В., Григорьев В. Е. Принципы построения и конструкции многокоординатных шаговых электродвигателей // Многокоординатный дискретный электропривод – М.: Труды МЭИ, 1979 – вып. 440. – с. 20 – 30.
7. Patent application 61214925 A Japan, Int. Cl. B23P 19/00. Working Apparatus of table moving type / Maruyama Shinko et. al. – Appl. num.: 60056741; Date of filing: 20.03.85; Date of publ.: 24.09.86.
8. Patent application 05069242 A Japan, Int. Cl. B23P 19/00. Part mounting device / Sugimura Toshiaki et. al. – Appl. num.: 03235063; Date of filing: 13.09.91; Date of publ.: 23.03.93.
9. Patent application 09246789 A Japan, Int. Cl. H05K 13/04. Electronic component mounting device / Nomura Hiroaki. – Appl. num.: 08050055; Date of filing: 07.03.96; Date of publ.: 19.09.97.
10. Patent 5,860,208 USA, Int. Cl. B23P 19/00, U.S. Cl. 29-740. Mounting apparatus having a two-dimensional linear motor / Hiroaki Nomura (Japan). – Appl. No: 812,207; Filed Mar. 6, 1997; Date of Patent: Jan 19, 1999. Priority: Mar. 7, 1996 JP8-050055 (Japan).
11. Patent application 05082998 A Japan, Int. Cl. H05K 13/04. Parts fitting device / Uchiumi Noriyuki. – Appl. num.: 03113475; Date of filing: 17.09.91; Date of publ.:02.04.93.

12. Patent application 03054898 A Japan, Int. Cl. H05K 13/02. Electronic component mounting device / Yonezawa Takahiro et. al. – Appl. num.: 01190982; Date of filing: 24.07.89; Date of publ.: 08.03.91.

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ ОТ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА

Акристиний М.В.

Научный руководитель: ассистент каф. ИУ-4 Курносенко А.Е.

Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, г. Москва, Россия

DESIGNING OF CONTROL UNIT FOR AUTOMATED ROBOTIC SYSTEM

Akristinii M.V.

Supervisor : junior member of teaching staff of ICS4 dept. Kurnosenko A.E.

ICS-4 department, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

E-mail : m_akristinii@rambler.ru

Аннотация

В статье рассматриваются проблемы разработки устройства управления робототехническим комплексом на базе циклового робота МП-9С. Управление роботом производится через параллельный интерфейс IBM-совместимого персонального компьютера. Приведена принципиальная электрическая схема устройства сопряжения робота и ПК, принципы разработки программного обеспечения для данного устройства.

Abstract

Problems of designing of control unit for automated robotic system based on MP-9S with sequential control are discussed. Operating of the robot is implemented by means of IBM PC parallel interface. Schematic circuit of the interface unit between robot and IBM PC is represented. The principles of software design for this unit are described.

Введение

В приборостроении и радиоаппаратостроении для автоматизации технологических процессов широкое применение находят роботы-манипуляторы. Они применяются при организации сборочных автоматизированных конвейеров, а также на отдельных операциях изготовления и сборки элементов РЭА.

Промышленный робот-манипулятор МП-9С (основа робототехнического комплекса - далее РТК) предназначен для использования его для подачи заготовок в штамп, а также на отдельных операциях сборки механических и корпусных узлов РЭА [1].

Технические данные робота приведены в табл. 1 [1].

Таблица 1. Технические данные робота МП-9С

Грузоподъемность	0,2 кгс
Погрешность позиционирования .	±0,05 мм
Количество степеней подвижности	3
Транспортирующие перемещения: <ul style="list-style-type: none">• вертикальное 30 ход/мм• горизонтальное 150 мм• поворот 120 град	Скорость: 100мм/с 300 мм/с 120 град/0,8с.
Тип привода	пневматический
Тип системы управления	цикловой
Пневмопитание.	воздушное давление 3-5 кг/см ²
Электропитание	переменное напряжение напряжением 220+22/-33 В, частотой 50 ± 5 Гц
Число переходов в цикле	30
Число технологических команд	6
Число точек позиционирования по каждой степени подвижности	2
Масса манипулятора	40 кг
Масса устройства управления	20 кг

Габариты: манипулятора	506x232x305 мм
Устройство управления	406x435x220 мм

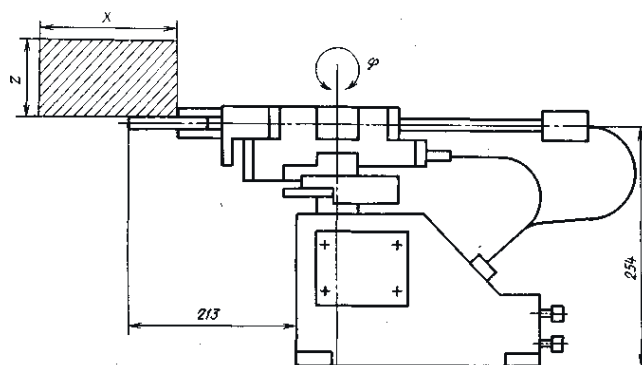


Рис. 1. Схема конструкции и рабочей зоны манипулятора робота МП-9С

Работа манипулятора производится по конечным регулируемым упорам. Схема конструкции и рабочей зоны манипулятора робота МП-9С представлена на рис. 1 [4]. Он состоит из следующих основных узлов: корпуса с узлом распределения воздуха, механизма подъема, механизма поворота, муфты с упорами, руки, амортизатора руки, амортизатора поворота, рабочего органа (схвата). Манипулятор комплектуется двумя схватами. Один предназначен для взятия детали или заготовки путем сжатия губок схвата, другой — путем разжатия.

Последовательность и количество движений в соответствии с принятой технологической схемой, устанавливается набором программы на плате ЭЦПУ-6030. Сигнал о выполнении каждого движения выдают контакты электрические магнитоуправляемые (КЭМ) при подходе к ним постоянных магнитов, установленных на подвижных частях. Только после получения сигнала ответа о выполнении движения команды происходит выдача команды на выполнение следующего движения.

Амортизация выдвигания и поворота руки манипулятора осуществляется гидравлическими демпферами. Амортизация подъема (опускания) руки осуществляется дросселированием подачи и отвода воздуха.

Поставленная задача

Требуется произвести реализацию управления РТК от IBM PC совместимого устройства через параллельный интерфейс. Данное управление позволит перейти к адаптивным циклам работы робота, в которых он самостоятельно сможет обучаться в процессе решения задачи. Следующий этап будет заключаться в разработке автономной нейросети по распознаванию движений робота. Эта особенность позволит реализовывать алгоритмы самообучения, а также реализовать управление роботом на расстоянии с получением результатов запрошенных действий в реальном масштабе времени, в перспективе возможно управление через удаленные сети передачи данных (Internet, Local Area Network, WLAN), что позволит освободить людей от необходимости контролировать процесс сборки, а также дает возможность использования РТК в местах, где нежелательно либо невозможно присутствие операторов. Возможность удаленного управления РТК позволит реализовать поддержку дистанционного обучения – созданием лабораторных работ, при условии, что студент сможет находиться в любой точке земли.

Анализ задачи

Для реализации задачи управления роботом через параллельный порт необходимо создать устройство для развязки команд, передаваемых роботу от параллельного интерфейса ПК, и ответных сигналов робота, передаваемых IBM PC-совместимому компьютеру. Также необходимо создать программное обеспечение для управления роботом как с находящегося в непосредственной близости персонального компьютера, так и при удаленном управлении,

получить решение задачи клиент – серверной архитектуры. Задачи, решаемые в процессе проектирования устройства:

- ⊕ имея всего 8 параллельных шин передачи, нам необходимо передать 8 сигналов управления и получить 8 значений состояния робота, при условии постоянного мониторинга его состояния, что в одну секунду составит 8 Кбайт информации;
- ⊕ чтение и запись сигналов должны производиться одновременно или с небольшой задержкой во времени (не более 1 мс);
- ⊕ сигналы команд, передаваемых роботу, не должны не должны меняться при выполнении операции считывания;
- ⊕ создание ПО, удовлетворяющего требованиям управления переходником с целью корректного управления роботом (т.е. производится считывание в реальном масштабе времени сигналов состояния, при одновременной дешифрации сигналов с последующим графическим отображением и одновременная запись значений в регистры параллельного порта);
- ⊕ необходимо осуществить гальваническую развязку цепей параллельного порта (напряжение 5 В) и управляющих цепей робота (напряжение 25 В, средний потребляемый ток около 3 А).
- ⊕ обеспечить питание устройства сопряжения в соответствии с его потребностями – около 80 Вт.

Для реализации задачи обеспечения адаптивного управления роботом, а также обеспечения системы нейрораспознавания движений робота, необходимо решить следующие задачи:

- ⊕ реализация системы с обратной связью на основе web – камеры и управляющего устройства, выполняющего роль нейросети, а также осуществляющего связь с компьютерной системой управления;
- ⊕ управляющее устройство должно быть выполнено с использованием микроконтроллера, или IBM PC совместимого компьютера;
- ⊕ создание ПО для реализации нейросети, а также возможная реализация на ПЛИС;
- ⊕ обеспечение качества обратной связи и системы распознавания (включает в себя не только физическую реализацию, но и программное обеспечение) для достижения заданного качества отображения информации о положении робота при погрешности не хуже 0.1 мм;
- ⊕ обеспечение алгоритмов устранения погрешностей и неисправностей в работе робота
- ⊕ решение задачи создания новых путей обучения робота с наименьшими затратами времени и средств.

Решение поставленных задач позволит не только создать необходимую базу для управления и обеспечения качества работы данного комплекса, но и реализовать алгоритм подхода для решения задачи обеспечения нового качественно нового уровня работы для РТК в целом (в частности реализация удаленного управления и мониторинга, а также возможность создания самообучающегося робота).

Выполненные этапы работы

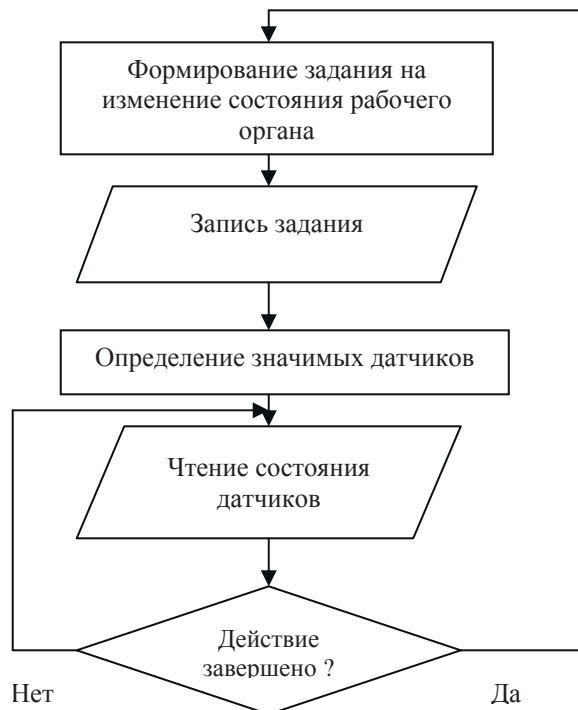


Рис. 2 Алгоритм функционирования

Алгоритм функционирования включает следующие шаги (рис. 2).

- 1) Определение требуемых перемещений на данном шаге функционирования. В зависимости от режима работы перемещение определяется либо программой, либо непосредственно пользователем с клавиатуры в интерактивном режиме.
- 2) Посылка управляющего слова в прибор. При этом из-за ограниченного быстродействия прибора производится контроль записываемого слова путем периодического чтения из порта, пока не будет прочитано желаемое значение.
- 3) Определение значимых датчиков - которые контролируют нужное перемещение. В дальнейшем будет производиться чтение состояния именно этих датчиков.
- 4) Определение номера проверяемого датчика, посылка его номера в прибор, чтение его состояния (из-за ограниченного быстродействия дополнительно производится контроль прохождения сигнала).
- 5) Проверка на переключение датчиков в необходимое состояние, если удовлетворяется, то переход к пункту 1, иначе – к пункту 4.

Принципиальная схема устройства сопряжения показана на рисунке ниже и состоит из следующих блоков (показаны слева - направо):

- разъем для подключения к параллельному порту;
- схемы логического инвертирования для развязки (155 серия), т.к. нагрузочная способность LPT порта позволяет подключить только одну выходную микросхему;
- логическая схема преобразования из 4-х разрядной в двоичную систему(155 серия);
- триггеры, реализующие регистр команд управления (155 серия);
- ключи для реализации развязки по напряжениям (мощные транзисторы П214-217);
- выходной разъем к роботу;
- В левой нижней части находятся триггеры, обеспечивающие передачу 8 сигналов датчиков по 4 – м шинам, за счет взаимоисключающих положений.(155 серия).

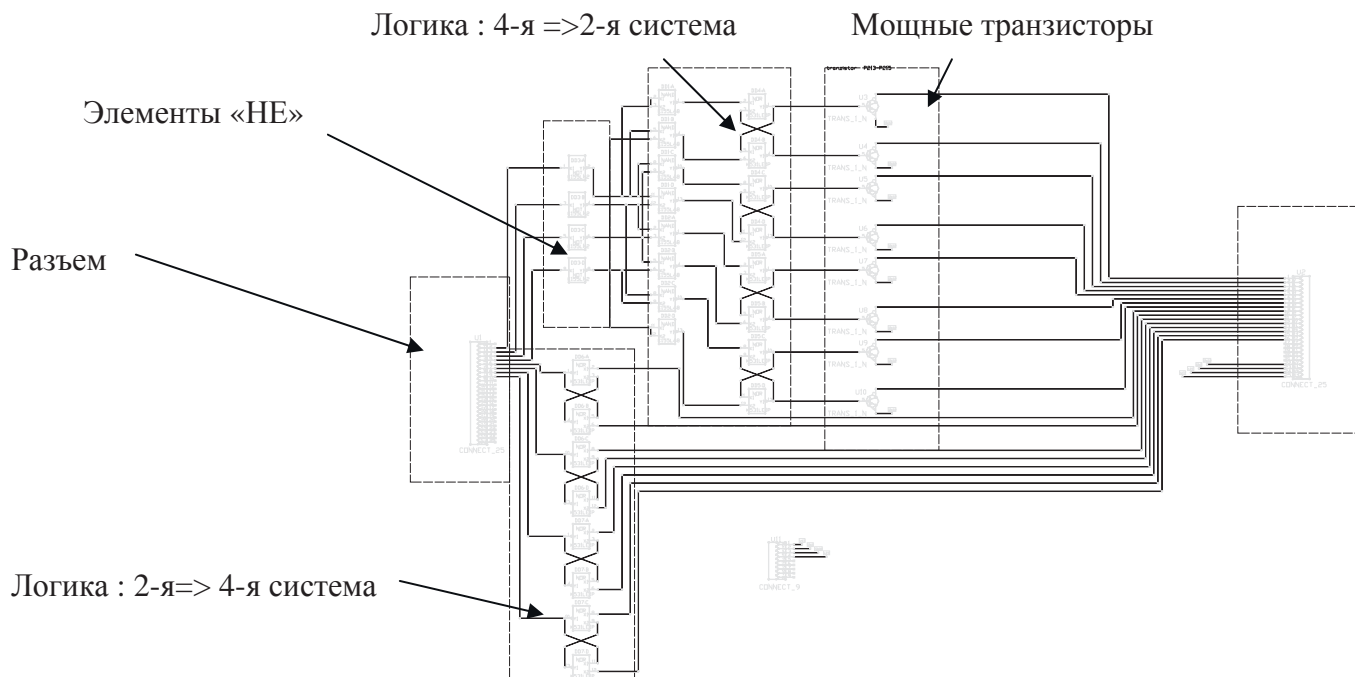


Рис.2. Принципиальная схема устройства сопряжения РТК и IBM PC

Описание программы по управлению роботом с использованием IBM PC

Управляющая программа «ACS» написана на языке Turbo Pascal 7.0. Управление прибором осуществляется через I/O порты, связанные с LPT. Программа рассчитана на работу с I/O портом 378h, именно этот порт должен быть установлен в BIOS'e. Управляющая программа может работать в среде MS-DOS 5.0 и выше или под управлением Windows (95, 98, NT и тд.). Системные требования: 80286 и выше, RAM 1MB, EGA и выше, наличие LPT-порта.

Программа может функционировать в 3-х режимах:

- непосредственное управление роботом;
- выполнение циклической программы;
- режим обучения – запись циклической программы;

При запуске программы в главном меню пользователю предлагается выбрать один из трех режимов работы путем нажатия клавиш с номером соответствующего режима. При выборе 1-ого режима (непосредственного управления) управление роботом осуществляется с цифровой клавиатуры (рис. 3), при этом должен быть включен цифровой режим работы дополнительной клавиатуры, который переключается клавишей NumLock (должен гореть огонечек Num в правом верхнем углу клавиатуры). При выборе 2-ого режима управление осуществляется по программе, написанной в любом текстовом редакторе, не использующем специальные символы форматирования и записанной в файле robot.txt текущего каталога программы "peon.exe". Программа состоит из управляющих команд, которые представляют собой первые буквы от английских слов, список и расшифровка которых приведена ниже, регистр букв не учитывается:

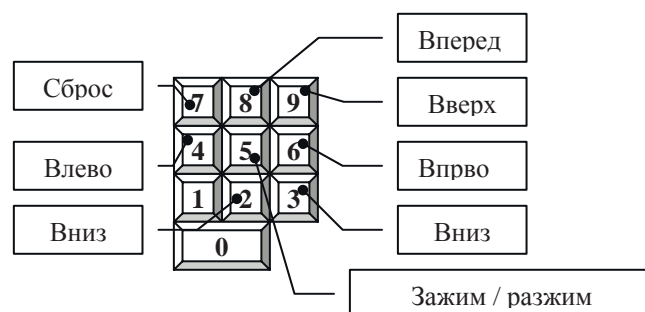


Рис. 3 Назначение клавиш

R(ight)– движение вправо;

L(eft) – движение влево;

U(p) – движение вверх;

D(own) – движение вниз;

F(orward) – движение вперед;

B(ackward) – движение назад;

T(ake) – зажим схвата;

P(lace) – разжим схвата;

S(leep) – пауза на 500 мсек;

C(icle) – переход на начало программы.

И команд опроса датчиков положения, которые состоят из префикса W(ait) и имени датчика положения, где:

R(ight)– датчик, фиксирующий крайнее правое положение руки;

L(eft) – датчик, фиксирующий крайнее левое положение руки;

U(p) – датчик, фиксирующий крайнее верхнее положение руки;

D(own) – датчик, фиксирующий крайнее нижнее положение руки;

F(orward) – датчик, фиксирующий крайнее вытянутое положение руки;

B(ackward) – датчик, фиксирующий крайнее втянутое положение руки.

В программе записывается последовательность движения манипулятора, но после каждой команды перемещения задается ожидание окончания перемещения (используется та же команда на перемещение, но с префиксом W), при этом возможно совмещение перемещений (например R B WB WR). Рекомендуется команды отделять пробелами, а элементарные

(одновременно выполняемые) действия разделять вводом каретки (переносить на следующую строку).

Пример программы:

R B WB WR	вправо, назад, <u>ждать</u> пока не сработает датчик правого положения (в дальнейшем просто - <u>ждать (вправо)</u>), <u>ждать назад</u> ,
U WU	вверх, <u>ждать вверх</u> ,
F WF	вперед, <u>ждать вперед</u> ,
T S	<i>захват, пауза 0,5 сек.</i> ,
B WB	назад, <u>ждать назад</u> ,
L D WL WD	влево, вниз, <u>ждать влево</u> , <u>ждать вниз</u> , вперед, <u>ждать вперед</u> ,
F WF	<i>разжим, пауза на 1.5 сек.</i> ,
P S S S	назад, <u>ждать назад</u> ,
B WB	<i>переход на начало программы</i>
C	

В процессе выполнения программы на экран выводятся сообщения о действиях, которые выполняются в данный момент.

При выборе 3 режима производится запись управляющей программы по действиям оператора аналогично режиму 1 в файл "robot.txt", т.е. имеется возможность создания управляющей программы либо вручную с помощью текстового редактора, либо интерактивно управляя роботом в режиме 3. После окончания ввода программы следует нажать клавишу ESC для выхода в главное меню. Выполнение полученной таким образом программы производится в режиме 2.

Выход из программы осуществляется нажатием клавиши 4 при нахождении в главном меню.

Выводы

Решение поставленной задачи позволит

- реализовать управление роботом с помощью персонального компьютера;
- осуществить удаленное управление роботом, создать комплекс лабораторных работ, поддерживающих дистанционное обучение;
- осуществить систему распознавания движений на примере конкретного робота с высокими характеристиками точности, а также реализовать адаптивные программы самообучения робота.

Литература

1. Руководство по эксплуатации промышленного робота МП-9С – 60 с.: ил.
2. Справочник по автоматизации / Пер. с англ – М.: Издательский отдел «Русская редакция» ТОО «Channel Trading Ltd.», 1998 – 440 с.:ил.
3. iXBT.com (<http://www.ixbt.com>)
4. Мысловский Э.В. Промышленные роботы в производстве МЭА» – М.: Радио и связь, 1988 -232 с.: ил.
5. В.И. Карлащук «Электронная лаборатория на IBM PC» - Москва, 2000, «Солон-Р» - 435 с.: ил.
6. Дж. Вебер «Технология Java»- Санкт Петербург, 1999г., ВHV – 1200 с.: ил.
7. Потемкин В.Г. «Система инженерных и научных расчетов Matlab 5.x»- М.: Диалог – МИФИ, 1999, 366 с.: ил.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНИМОСТИ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СЕТОЧНОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО И МАГНИТНОГО ПОЛЕЙ ПРОВОДНИКОВ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ С ЦЕЛЬЮ ЛОКАЛИЗАЦИИ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ.

Учуваткин М. В.

Научный руководитель: к.т.н. доцент Власов А.И.

Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана, Иу4.

THE RESEARCH OF POSSIBILITY USING FINITE ELEMENT ANALYZE FOR MODELING PRINTED CIRCUIT BOARDS CONDUCTORS ELECTROMAGNETIC FIELD FOR THE LOCALIZATION OF HETEROGENEITY.

Uchuvatkin Mikhail Vasilievich

Project chairman: Dr. Vlasov Andrey Igorevich

Bauman Moscow State Technological University, Moscow, Russia

Mike@kernel.lv

Аннотация

Настоящая работа посвящена исследованию возможности локализации неоднородностей проводников печатных плат на основе сеточной модели электрического и магнитного полей, с целью обнаружения и прогнозирования дефектов при производстве печатных плат. Моделирование электрического и магнитного полей производится при помощи метода конечных элементов. В работе определены основные причины и критерии локализации неоднородностей, разработан алгоритм моделирования полей проводников печатных плат.

Abstract

The research is devoted to investigation possibility localization of heterogeneity in conductors printed circuit boards with model of the electromagnetic field help. The test objective is troubleshooting and defect prognostication in printed circuit boards producing. The electromagnetic field modeling is based on Finite Element Analyze (FEA). The main localization heterogeneity criterions and reasons of it appearance were defined.

Введение

При подготовке производства производителям приходится адаптировать проекты заказчиков к возможностям производства без ущерба качеству и функциональным характеристикам электронных изделий, заложенным в проектах заказчиков.

В настоящих условиях при подготовке производства большое значение приобретает проведение анализа проектов производства изделий, с целью обнаружения ошибок и оптимизации проектных решений с учетом параметров производства.

При подготовке производства печатных плат (ПП) следует проверять конструкционные элементы, заложенные в проекте. В первую очередь к ним относятся зазоры между соседними элементами с учетом класса сложности ПП, недопустимые сужения проводников, есть ли такие металлизированные отверстия, которые могут вызвать короткое замыкание [1]. Анализ электронных модулей и конструкционных модулей печатных плат можно осуществлять, зная распределения электрических и магнитных полей. В свою очередь распределения электрических и магнитных полей можно получить смоделировав процессы, порождающие данные поля. В качестве метода математического моделирования выбран метод конечных элементов.

1. Методы математического моделирования

Существует ряд методов моделирования электрических и магнитных полей, которые полностью изложены в рамках математической физики и теоретической электротехники, эти методы состоят из двух основных групп:

- аналитические методы;
- численные методы.

Аналитические методы (метод разделения переменных, метод функции Грина, метод функции комплексной переменной и др.) аналитически решают дифференциальные уравнения поля. Их преимущество состоит в том, что они позволяют получить явную функциональную зависимость решения от параметров электромагнитной системы. Применение аналитических методов связано с введением большого числа ограничительных условий и их возможности в настоящее время практически исчерпаны.

Численные методы представляют решение как множество его значений в большом числе точек. В зависимости от способа дискретизации пространства и аппроксимации характеристик магнитного поля различают метод конечных разностей, метод конечных элементов и метод граничных элементов. Реализация этих методов сводится к решению системы алгебраических уравнений высокого порядка и требует применения ЭВМ и соответствующих программных средств[2].

1.1 Общее описание метода конечных элементов

Метод конечных элементов – вычислительное средство, позволяющее при помощи системы автоматизированного проектирования (САПР) разрабатывать устройства и структуры на основе полученных теоретических моделей их функционирования. С этой точки зрения МКЭ неразрывно связан со средствами САПР, поскольку помимо расчета он позволяет описать изучаемый объект в соответствии с логической схемой, по которой МКЭ привлекается на конечном этапе разработки и облегчает синтез результатов в виде схем, графиков или значений функций изучаемого объекта[2].

В настоящем методе вся область решения делится на большое количество дискретных элементов (конечных элементов). Обычно используют простейшие элементы такие, как треугольники или четырехугольники для двумерных задач и элементы типа тетраэдров или гексаэдров для трехмерных задач. На получившейся таким образом сетке определяется множество базисных функций. Решение задачи будет линейной комбинацией этих функций. Нахождение коэффициентов этой линейной комбинации осуществляют минимизацией энергетического функционала. Метод конечных элементов по праву считается самым универсальным методом для решения полевых задач. Точность решения зависит от параметров дискретизации области решения[3].

1.2 Постановка задачи

При помощи моделирования электрического и магнитного полей на базе МКЭ, при проектировании производства ПП можно установить какими должны быть зазоры между соседними элементами с учетом класса сложности ПП и наибольшие допустимые сужения проводников. Имея картину электрического и магнитного полей можно судить о наличии или отсутствии неоднородностей проводников ПП. У двух, расположенных рядом проводников, разные потенциалы – это значит, что между проводниками ПП возникнет напряжение, вид электрического поля можно получить, используя функционал

$$[4] \quad F(V') = \frac{1}{2} \int \varepsilon' (\nabla V')^2 d\Omega - \oint_{\Gamma} \varepsilon' V' \bar{n} \nabla V' d\Gamma$$

V' – потенциал

ε – электрическая _проницаемость_ _вещества

\bar{n} – вектор нормали _к _поверхности _проводника

Ω – объем _по _которому _производится _интегрирование

Магнитное поле расположенных рядом двух проводников, согласно принципу суперпозиции вектора магнитной индукции, состоит из магнитного поля каждого из проводников в отдельности. Смоделировать наложение данных полей представляется

возможным при помощи функционала [4] $F(u) = \int_{\Omega} [\frac{1}{2\mu} (\nabla u)^2 - Ju] d\Omega$

μ – магнитная _проницаемость_ _вещества

u – скалярный _магнитный_ _потенциал

J – ток _протекающий_ _в_ _проводнике

Ω – объем _по_ _которому_ _производится_ _интегрирование

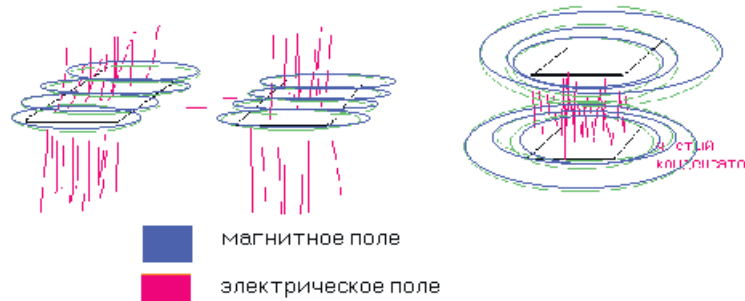


рис 1 постановка задачи

Рис.1.

Для решения поставленной задачи необходимо принять ряд допущений. Никакой вычислительный процесс не дает возможности прямого решения этой задачи в бесконечном пространстве. Одним из способов решения данной проблемы является окружение исследуемой части проводников ПП некоторой фиктивной коробкой с электрическим потенциалом V и скалярным магнитным потенциалом u . Данный способ основан на том, что, если коробка удалена достаточно далеко от линии, она не может влиять на распределение поля вблизи проводника. При этом функционалы $F(V')$ и $F(u)$ вычисляются по пространству, ограниченному коробкой. Коробка рассматривается как некая граница, за пределами которой детали распределения поля не представляет интереса.

1.3 Постановка краевой задачи

Чтобы полностью описать физический процесс, необходимо, кроме самого уравнения, описывающего данный процесс, задать его начальное состояние (начальные условия) и режим на границе той области, в которой происходит этот процесс (граничные условия). Математически это связано с неединственностью решения дифференциальных уравнений. Для обыкновенного дифференциального уравнения n -го порядка общее решение зависит от n произвольных постоянных. Для уравнений в частных производных решение, зависит от

произвольных функций. Общее решение уравнения $\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} = 0$ имеет вид

$u(x, y) = f(x) + g(y)$, где f, g - произвольные функции класса C^2 . Чтобы выделить решение, описывающее реальный физический процесс, необходимы дополнительные условия (краевые условия).[5]

Задача моделирования поля проводников ПП относится к типу краевых задач. Из-за стационарности задачи краевыми условиями являются граничные (начальные отсутствуют).

Краевая задача для уравнений эллиптического типа состоит в нахождении функции $u(x)$ класса $C^2(G) \cap C^1(\bar{G})$, удовлетворяющей в области G уравнению $-\text{div}(p \cdot \text{grad}(u)) + q \cdot u = F(x)$ (u - функция координат, p, q - коэффициенты), и граничному

условию на границе S вида $\alpha u + \beta \frac{\partial u}{\partial n} \Big|_S = \nu |t = 0$ α, β, ν -заданные непрерывные функции на S .

Для данной задачи необходимо учитывать граничные условия Дирихле и Неймана.

Граничные условия Дирихле:

$V(n) = V_n, V$ – электрический потенциал в узле, n – номер узла,

$u(n) = u_n, u$ – магнитный потенциал в узле, n – номер узла. Необходимо учесть, что граничные условия Дирихле для электрического и магнитного потенциалов (требующие, чтобы потенциал принимал заданные значения на границах) удовлетворяются точно, потому, что значения потенциалов в узлах, расположенных на границах, задаются явно. Граничные условия Неймана для электрического потенциала выражаются следующим образом:

$\frac{\partial V}{\partial n} \Big|_S = 0$ V – потенциал в узле, \vec{n} – вектор нормали, S – контур (граница области).

Граничные условия Неймана для магнитного потенциала выражаются следующим образом:

$\frac{\partial u}{\partial n} \Big|_S = \sigma$

u – магнитный потенциал в узле, \vec{n} – вектор нормали, S – контур (граница области)

σ – поверхностный заряд

Таким образом, постановочная часть задачи полностью реализована.

2 Реализация МКЭ для моделирования полей проводников ПП.

Моделирование полей проводников ПП в данной работе реализовано на основе разработанного автором программно-методического комплекса на базе МКЭ.

2.1 Методика применения МКЭ для моделирования полей проводников ПП.

Структурно-функциональное построение программного комплекса для моделирования электромагнитных полей сеточными методами представлено на рис.2. Основными функциональными элементами комплекса являются: препроцессор, процессор и постпроцессор.

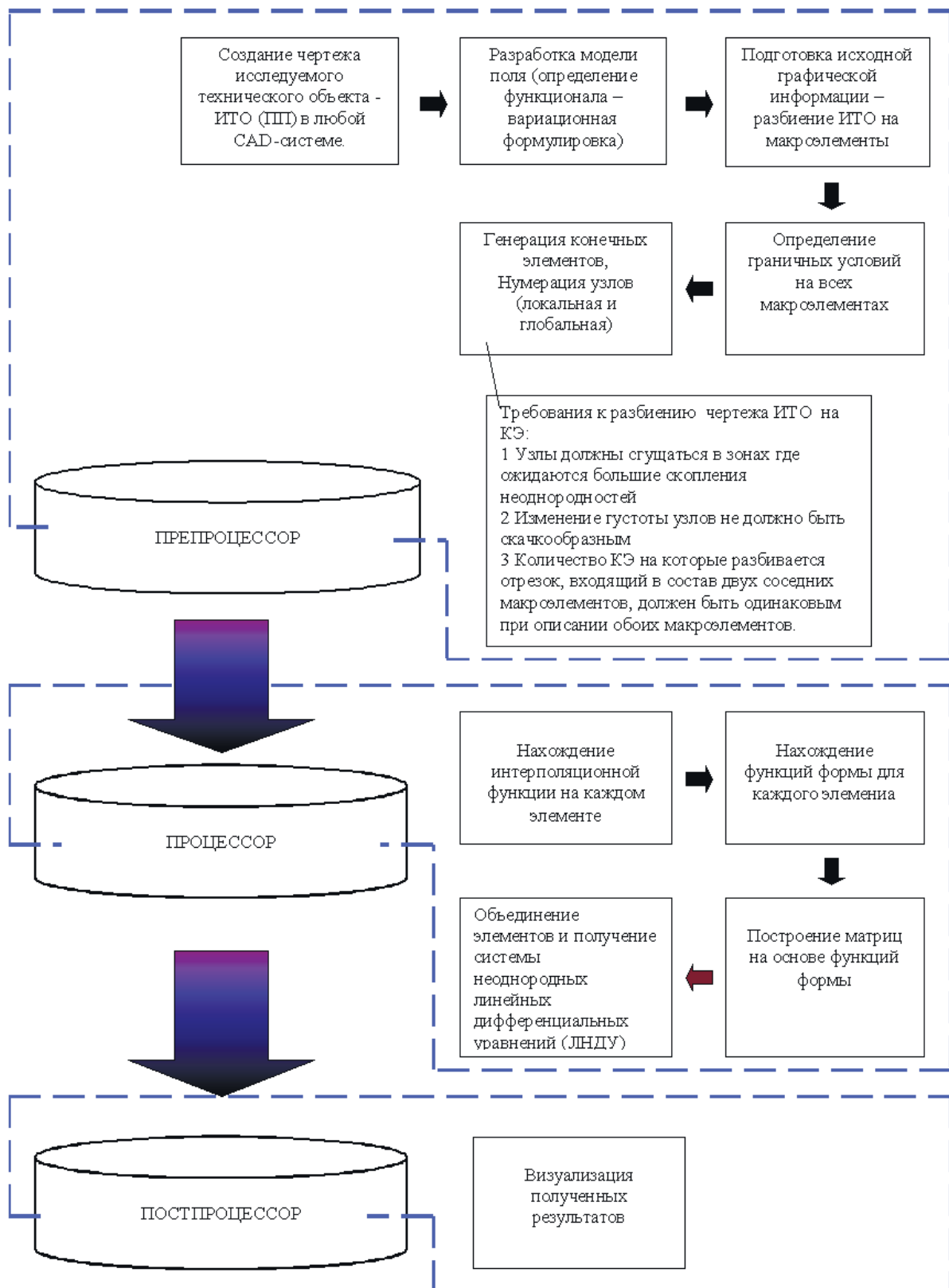


рис 2 методика моделирования МКЭ полей проводников ПП

2.2 Оценка результатов

На основании предложенного алгоритма, планируется разработать программный комплекс моделирования электрических и магнитных полей, целью создания которого является локализация неоднородностей проводников ПП.

Ввод данных осуществляется с помощью AutoCad вручную при помощи специальных разработанных автором на языке Visual Lisp функций.

Визуализация данных осуществляется при помощи графической библиотеки OpenGL.

Результатом выполнения программы является получение картины электрического и магнитного полей

2.3 Выводы по апробации данного программного комплекса и его применимости

Расчет электрического и магнитных полей проводников ПП можно осуществить также при помощи программных комплексов конечноэлементного анализа, таких как Pro Engineer, ANSYS и др. Более того расчет, выполненный при помощи данных программных комплексов будет более точным, но ключевым фактором, говорящим в пользу предлагаемого разрабатываемого программного комплекса, является невозможность быстрого многократного проведения расчета. Проведение расчета через максимально короткие промежутки времени необходимо для увеличения вероятности отследить процесс возникновения короткого замыкания. Быстрота проведения расчета осуществляется за счет следующих факторов: настоящий комплекс разрабатывался под данную конкретную задачу и оптимизирован для ее решения, при решении данной задачи использовались допущения и приближения не являющиеся универсальными и, следовательно не могущими быть использованными в Pro Engineer, ANSYS и др.

Заключение

Таким образом, результатом настоящей научной работы является теоретическое обоснование использования метода конечных элементов (МКЭ) для локализации неоднородностей проводников печатных плат (ПП), также была разработана методика моделирования полей проводников ПП, необходимая для анализа исследуемого технического объекта с целью локализации неоднородностей; были определены дефекты ПП, которые можно идентифицировать при помощи предложенной методики.

Литература

1. Элементы приборных устройств // под редакцией О.Ф. Тищенко. - М. «Высшая школа» 1982 г. ч.1 с295.
2. А.К. Александров, И.С. Ячев, И.Й. Маринова, С.Ю. Рыжов «Автоматизированный расчет поля электрических аппаратов методом вторичных источников» М. Издательство МЭИ 1994, с. 4-5.
3. Ж.-К. Сабоннадьер Ж.-Л. Кулон «Метод конечных элементов и САПР» М. «Мир» 1989.
4. П. Сильвестр, Р. Феррари «Метод конечных элементов для радиоинженеров и инженеров-электриков» М. «Мир» 1986, с.59;60,65.
5. В.С. Владимиров «Уравнения математической физики» М. «Наука» 1971г. стр 70.

Мельников Е.Л. (Учащийся 11-А класса).

*Научный руководитель: к.т.н., доцент Власов А.И.
ЭСШ №315.*

RESEARCH OF FORMATS OF DIGITAL REPRESENTATION OF THE SOUND AND MEANS OF PROCESSING

Melnikov E.L. (the student of 11 classes).
*The supervisor of studies: Ph.D. Vlasov A.I.
ESC №315.*

Аннотация

В ДАННОЙ РАБОТЕ ИССЛЕДОВАНЫ ОСНОВНЫЕ ФОРМАТЫ ЦИФРОВОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ АУДИОДАННЫХ. ПРОВЕДЕНА РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ЗВУКА. РАБОТА СОЗДАННОГО ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ПРОДЕМОНСТРИРОВАНА НА ПРИМЕРЕ ОБРАБОТКИ WAV-ФАЙЛОВ. РАССМОТРЕНО СХЕМАТИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО МУЛЬТИМЕДИЙНОГО КОМПЛЕКСА И ПРОВЕДЕНО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ БПФ ПРИ ПОМОЩИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА MATHCAD.

Abstract

In the given work the basic formats of digital representation of the audiodata are investigated. Development of software-means of digital processing and the analysis of a sound is lead. Work of the created program complex is shown by the example of processing WAV-files. The schematic device of a multimedia complex is considered and experimental research FFT is lead by means of computing means of software package Mathcad.

ВВЕДЕНИЕ

Первые вычислительные машины были совершенно непохожи на нынешние. Обычно они оснащались лишь набором тумблеров и рядами лампочек и не имели ни клавиатуры, ни дисплея, не говоря уж об аудиоустройствах. Однако уже тогда программисты пытались заставить их издавать различные звуки, причем иногда даже воспроизводить какое-нибудь музыкальное произведение. Например, они добились того, что магнитные сердечники, используемые в качестве запоминающих устройств, исполняли полонез Огинского. Но, естественно, ЭВМ постоянно совершенствовались, и потому к моменту появления ПК клавиатура и дисплей воспринимались всеми как вполне стандартные устройства ввода-вывода. Не был забыт и звук. В дисплейный блок или клавиатуру, подключаемую к главной ЭВМ, как правило, встраивался маленький динамик, издававший всякие гудки, щелчки, а порой и что-то более сложное. С самого начала ПК, произведённого корпорацией IBM, не повезло со звуком. К сожалению, фирма-разработчик решила, что ее детище будет предназначено исключительно для делового применения. Поэтому при относительно высокой производительности (8-разрядный процессор) и широких графических возможностях (цветной графический дисплей) этот ПК не только не превосходил, но зачастую и уступал по звучанию предшественникам. Однако разработка IBM имела открытую архитектуру, и как только звук понадобился (сначала для игр), сразу была создана отдельная аудиоплата, вставляемая в слот расширения. Такие устройства (например, Game Blaster фирмы Adlib) умели синтезировать несложный музыкальный звук, но с появлением Sound Blaster стало возможным записывать на IBM-совместимом компьютере и воспроизводить монофонический звук, хотя лишь 8-разрядный. На рис. 1 представлена общая схема синтеза звука:



Рис.1.Обобщённая схема формирования цифрового звука.

Перед непосредственным выводом на динамик, как видно из рис.1, аудиоданные, записанные в звуковом файле, подвергаются сложнейшей обработке.

1. Методы синтеза звука.

Со временем накопилось большое число различных средств синтеза звуковых данных. Одни из них используют общеизвестные и проверенные методы, другие – только что разработанные научные разработки. Этих средств огромное количество, но в этой работе выделены наиболее распространённые представители ряда методов цифровой обработки звуковых данных.

После записи или синтеза звуковых данных, как правило, в них остаются фрагменты, нуждающиеся в редактировании. Так же, как и средств создания звуковых данных, инструментов для редактирования исходных данных достаточно большое число. Причём, каждый из них служит определённому для отдельной цели и требует определённые аппаратные и программные ресурсы. В силу определённых обстоятельств, некоторые достаточно мощные средства не используются. Но в основном, в современной звукозаписывающей студии присутствуют многие из нижеперечисленных инструментов. Они представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1. Основные методы обработки звука:

№	Наименование метода	Его характеристики
1	Монтаж.	Состоит в вырезании из записи одних участков, вставке других, их замене, размножении и т.п. Называется также редактированием. Все современные звуко- и видеозаписи в той или иной мере подвергаются монтажу.
2	Амплитудные преобразования.	Выполняются при помощи различных действий над амплитудой сигнала, которые в конечном счете сводятся к умножению значений сэмплов на постоянный коэффициент (усиление/ослабление) или изменяющуюся во времени функцию-модулятор (амплитудная модуляция). Частным случаем амплитудной модуляции является формирование огибающей для придания стационарному звучанию развития во времени.
3	Частотные (спектральные) преобразования.	Выполняются над частотными составляющими звука. Если использовать спектральное разложение – форму представления звука, в которой по горизонтали отсчитываются частоты, а по вертикали – интенсивности составляющих этих частот, то многие частотные преобразования становятся похожими на амплитудные преобразования над спектром. Например, фильтрация - усиление или ослабление определённых полос частот -

		сводится к наложению на спектр соответствующей амплитудной огибающей. Однако частотную модуляцию таким образом представить нельзя – она выглядит, как смещение всего спектра или его отдельных участков во времени по определенному закону.
4	Фазовые преобразования.	Сводятся в основном к постоянному сдвигу фазы сигнала или ее модуляции некоторой функцией или другим сигналом. Благодаря тому, что слуховой аппарат человека использует фазу для определения направления на источник звука, фазовые преобразования стереозвука позволяют получить эффект вращающегося звука, хора и ему подобные. При помощи сдвига фазы на 90-180 градусов (последнее получается простым инвертированием отсчетов) реализуется эффект «псевдообъемности» звука (Surround).
5	Временные преобразования.	Закljučаются в добавлении к основному сигналу его копий, сдвинутых во времени на различные величины. При сдвигах на величины, сравнимые с периодом сигнала, эти преобразования превращаются в фазовые; при небольших сдвигах за пределами периода (менее 20 мс) это дает эффект, близкий к хоровому (размножение источника звука), при больших - эффекты многократного отражения: реверберации (20..50 мс) и эха (более 50 мс).

Вывод: на данный момент существует достаточно программных средств, удовлетворяющих потребности как начинающего музыканта, так и профессионала. Они позволяют делать не только обычный монтаж, но и достаточно сложные манипуляции с массивами звуковых данных, например, частотные или фазовые преобразования. Их выбор зависит только от целей пользователя и ресурсов его компьютера.

2.Схема мультимедийного комплекса-студии.

Специально оборудованная студия аудиозаписи предназначена для выполнения вышеперечисленных требований. Для создания небольшой звукозаписывающей студии необходим современный мультимедийный компьютер. В состав его аппаратного обеспечения должны входить активные звуковые колонки, мощная звуковая плата, и микрофон. Среди программного обеспечения должны быть комплекс записи, обработки и визуализации звуковых данных. Всё вышеперечисленное подробно описывается в соответствующих частях. Она состоит из компьютера и подключённой к нему звуковой карты с мультимедийной периферией: звуковыми колонками и микрофоном.

3. Основные методы синтеза и обработки звука: достоинства и недостатки.

В большинстве случаев процесс создания звука подразумевает дополнительный синтез звука для последующего их микширования. Основные методы синтеза звука представлены в таблице 1.2:

Таблица 1.2. Основные методы создания звука.

Описание метода	Достоинства	Недостатки
1.Аддитивный (additive).	Позволяет получить любой периодический звук, и процесс синтеза хорошо предсказуем.	Для звуков сложной структуры могут потребоваться сотни генераторов, что достаточно сложно и дорого реализовать.

2. Разностный (subtractive).	Относительно простая реализация и довольно широкий диапазон синтезируемых звуков.	для синтеза звуков со сложным спектром требуется большое количество управляемых фильтров, которые достаточно сложны и дороги.
3. Частотно-модуляционный (frequency modulation - FM).	Благодаря простоте цифровой реализации, метод получил широкое распространение в студийной и концертной практике.	Однако практическое использование этого метода достаточно сложно из-за того, что большая часть звуков, получаемых с его помощью, представляет собой шумоподобные колебания, и достаточно лишь слегка изменить настройку одного из генераторов, чтобы чистый тембр превратился в шум.
4. Сэмплерный.	Метод позволяет получить сколь угодно точное подобие звучания реального инструмента.	Для этого требуются достаточно большие объемы памяти.
5. Таблично-волновой (wave table).	Возможность при относительно небольшом объеме сэмплов получить достаточно широкий спектр различных звучаний инструмента.	Основная проблема – в сложности сопряжения различных фаз друг с другом, чтобы переходы не воспринимались на слух и звучание было цельным и непрерывным. Поэтому синтезаторы этого класса достаточно редки и дороги.

Но какой бы ни был звуковой сигнал, его необходимо в дальнейшем редактировать. Тут на помощь приходят разнообразные программные и аппаратные средства обработки звуковых данных. Чтобы разобраться и отметить плюсы и минусы данных методов, ниже представлена таблица 1.3 «Методы обработки звука»:

Таблица 1.3. Методы обработки звука.

Описание метода	Достоинства	Недостатки
1. Монтаж.	Простота использования.	Недостаточная функциональность метода.
2. Амплитудные преобразования.	Т.к. амплитудные преобразования проводятся последовательно с сэмплами, то не требуется больших объёмов памяти.	–

3. Частотные (спектральные) преобразования.	Метод позволяет делать качественные спецэффекты с небольшими системными требованиями.	Фильтрация в реальном времени пока не реализуется на процессорах общего назначения.
4. Фазовые преобразования.	Позволяет создать эффект 'псевдообъёмности' звука.	Малая универсальность.
5. Временные преобразования.	Эффекты хора, реверберации, эха и т.д.	–

Вывод: процесс создания качественного звука достаточно сложен. Он требует значительных затрат ресурсов не только человека, но и вычислительной техники. Он охватывает различные этапы, а также задействует многочисленные инструменты синтеза и обработки. Всё это придаёт стимул разработчикам программных средств и вычислительной техники.

С целью практических исследований методов обработки цифрового звука был разработан программный пакет. Он предоставляет пользователю мощные средства для получения спектра сигнала, редактирования сэмплов, а также создания разнообразных эффектов на основе метода частотных преобразований. Интерфейс данной программы прост и понятен. Главное окно программы представлено на рис.1:

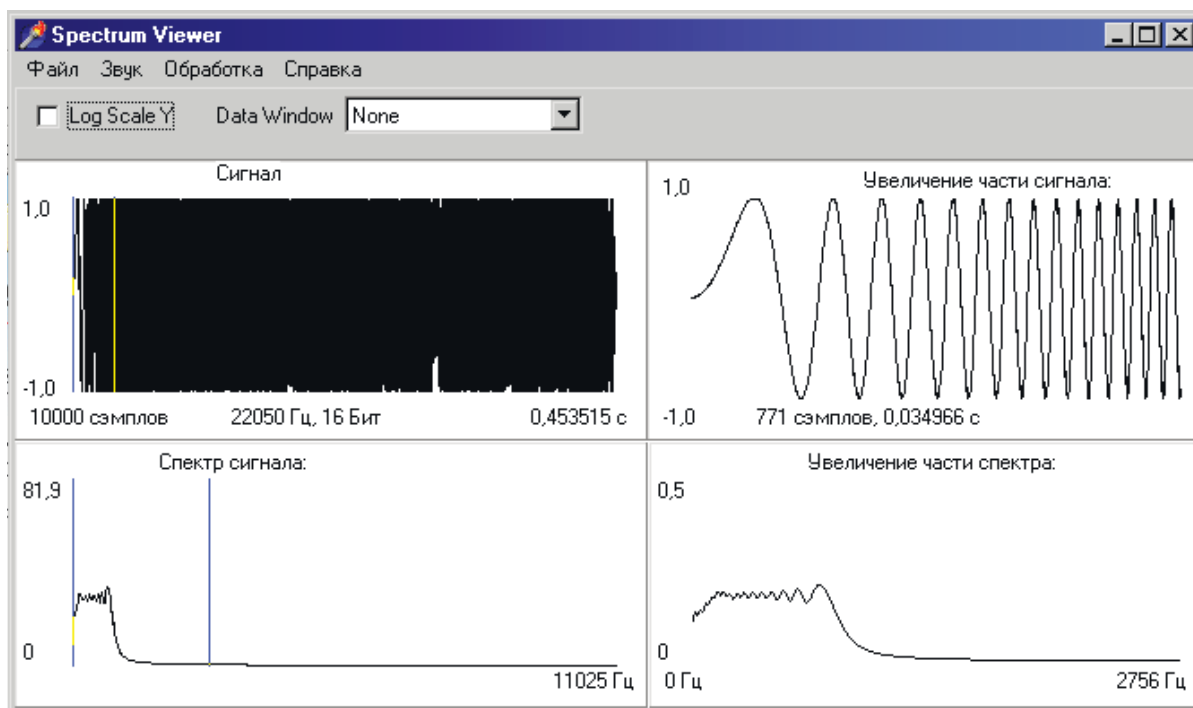


Рис.1. Главное окно.

Система меню позволяет мгновенно запускать различные программные инструменты. До открытия звукового файла все средства для работы с оцифрованным звуком заблокированы.

При выборе пункта «Открыть» меню «Файл» открывается окно выбора файла. По умолчанию показаны файлы только с расширением "wav". Это показано на рисунке 2:

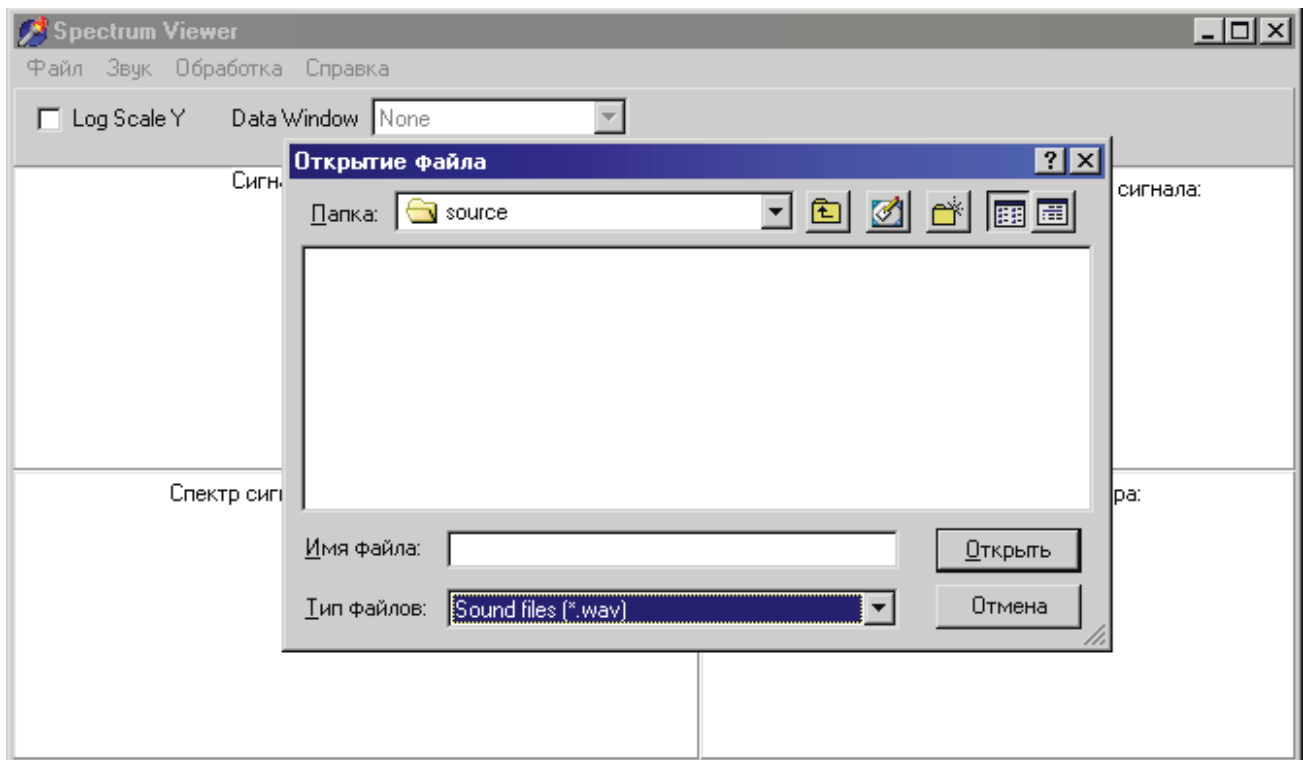


Рис.2. Выбор звукового файла.

После открытия файла программа автоматически выводит на экран амплитуду сигнала и его спектр. Причём, программа способна работать в режиме подробного просмотра, как временного сигнала, так и его спектра. На рисунке 3 это показано:

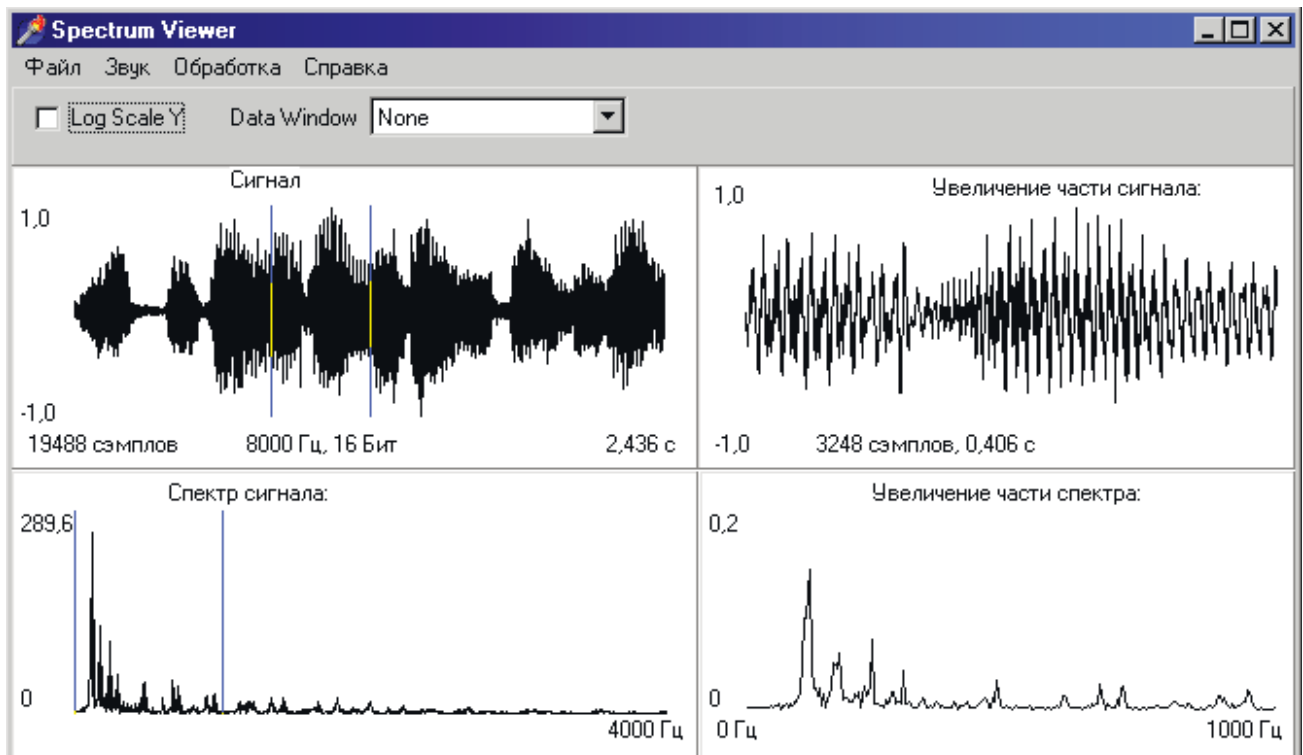


Рис.3. Вывод амплитуды и спектра сигнала на экран.

Также программа позволяет просмотреть системную информацию о звуковом устройстве. Для этого в меню «Звук» выбирается опция «Звуковые устройства».

4. Применение весовых окон на примере функции Хэмминга.

Для изменения весовой функции необходимо выбрать нужную опцию в списке «Data window». Ниже представлены иллюстрации, демонстрирующие работу весовых функций. На рис.4 показан спектр синусоидального сигнала до выбора весового окна, а на рис.5 – после применения функции Хэмминга:

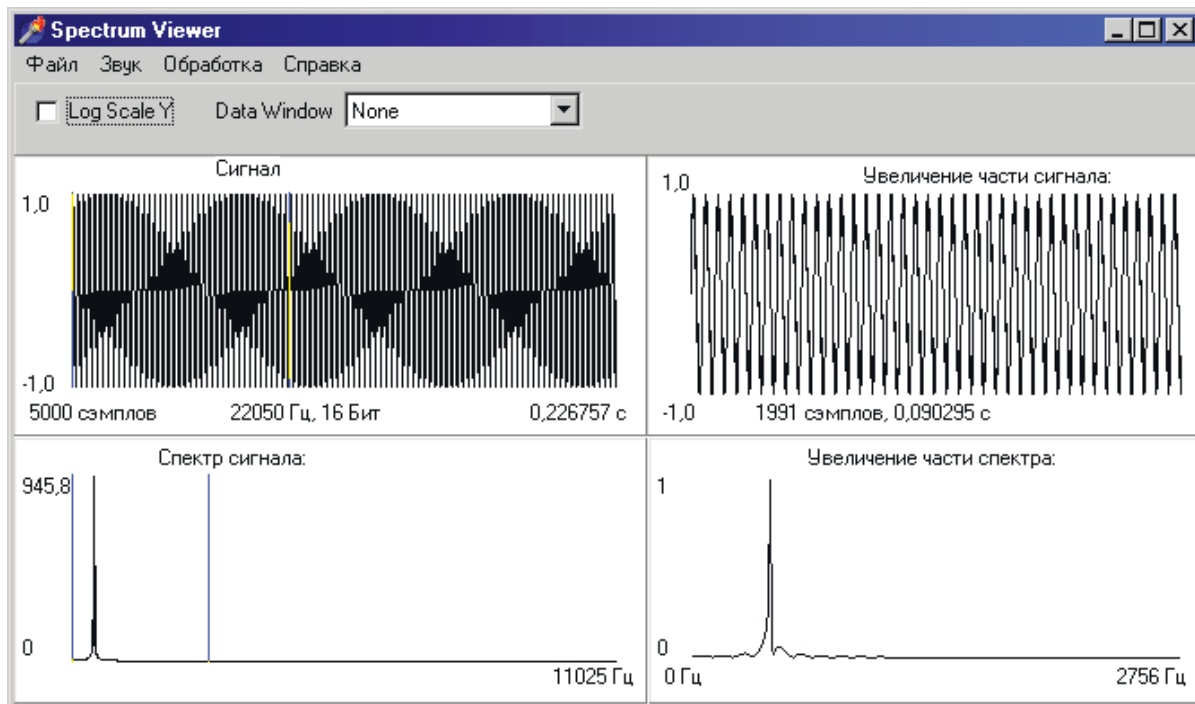


Рис.4.Спектр до применения весовой функции.

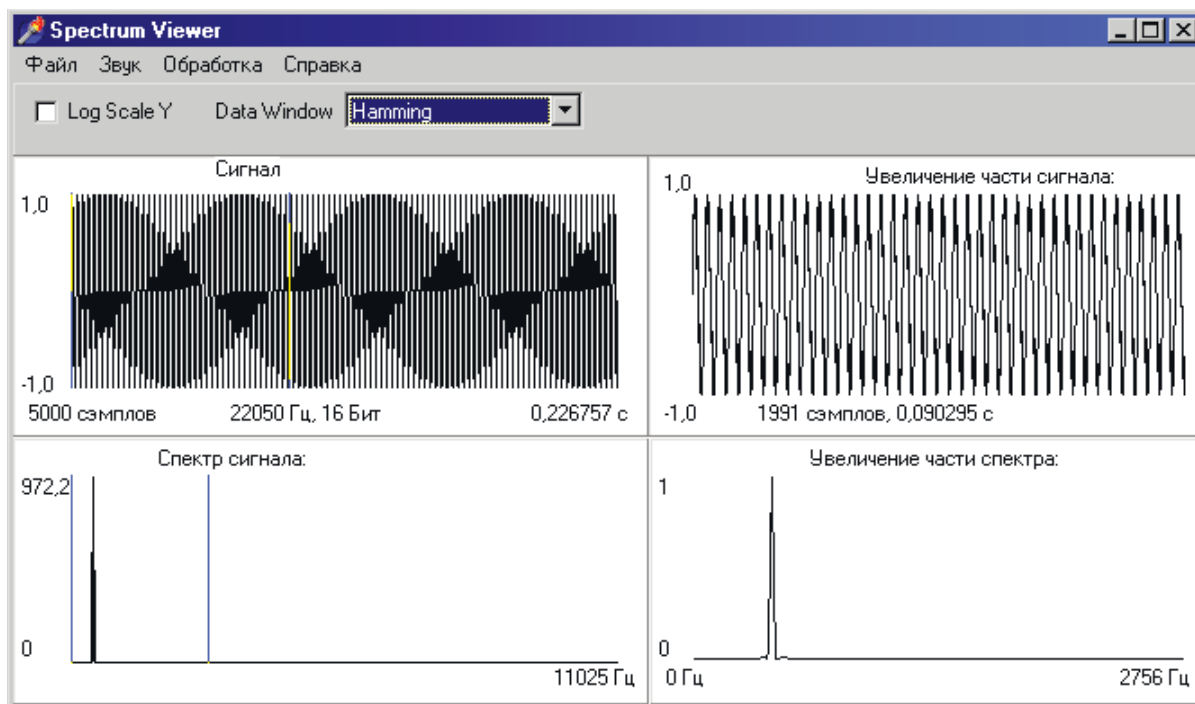


Рис.5.Спектр после применения функции Хэмминга.

Вывод

В ходе проведённых исследований были проанализированы средства, как для синтеза, так и для обработки цифрового звука. В настоящее время существует большое количество качественного аппаратного и программного обеспечения, которого достаточно для создания великолепных звуковых эффектов. Но, несмотря на это, различные фирмы реализуют поддержку форматов цифрового представления звука по-разному. Например, в стандартную структуру RIFF-файла включают дополнительные блоки со служебной информацией. Поэтому были созданы международные организации по контролю использования стандартов представления информации в электронном виде.

В процессе совершенствования вычислительной техники различными фирмами и организациями были разработаны отличные средства по работе с цифровым звуком. Причём эти инструменты зачастую легко переносимы с одной платформы на другую. Так, например, звуковой движок FMOD (www.fmod.org) работает на платформах Windows, Linux, Macintosh, Windows CE, Playstation2, Xbox. Кроме того, часть нагрузки по обработке цифровых данных перенесена на программную часть; в данном пакете предусмотрено использование запрограммированного DSP.

На основе исследований было разработано программное обеспечение, предоставляющее широкие возможности по созданию и обработке цифрового звука. Был выбран и реализован наиболее эффективный алгоритм Быстрого Преобразования Фурье, позволивший получить спектральную оценку различных сигналов и сравнить результаты вычислений с эталонными значениями, полученными в ходе экспериментальных исследований в системе Mathcad 2001 Professional. Методы, исследованные в работе, принципы и общие подходы к алгоритмическому и программному обеспечению могут быть в дальнейшем может быть использован не только для изучения различных технологий по обработке сигналов, но и практически применён для обработки цифрового звука в различных областях знаний: в кардиологии (обследование функции сердца с помощью эхокардиографии), в эксплуатации сотовой связи, в создании произведений электронной музыки, в системах активного управления волновыми полями.

Многообразие вычислительных средств по обработке сигналов способствует точному выбору пользователями средств для создания качественного звука, а также является «благоприятной средой» для дальнейшего развития новых технологий по обработке сигналов.

Литература

1. Microsoft Multimedia Programmer's Reference.
2. С.А.Адрианов. **В обе стороны о программировании звуковых плат Sound Blaster 16 в режиме full duplex.** Ж. «Мир ПК» № 11, 1999 г.
3. Н.Секунов. Обработка звука на РС.
4. А.Б.Сергиенко. Цифровая обработка сигналов.
5. Даррил Гове. Проигрывание и запись звука в проектах Delphi.
<http://www.maths.soton.ac.uk/~djg/djgmain.htm>.
6. В.Г.Олифер, Н.А.Олифер. Компьютерные сети.
7. Пётр Семилетов. Программируем звук с FMOD. Ж. «Программист» № 11, 2002 г.
8. www.soundblaster.com.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДАЛЬНОМЕР НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА AT90S4433

Бобков А. Е., учащийся 11 класса

Научный руководитель: Максutow Ринат Рашатович

Физико-математическая общеобразовательная школа лаборатория № 444, Москва, Россия

ELECTRONIC ULTRASONIC RANGE FINDER USING MICROCONTROLLER AT90S4433

Bobkov A.E., student of 11 grade

Teacher of informatics: Maksutov Renat Rashatovich

Physico-mathematical laboratory school of general education № 444, Moscow, Russia

a.bobkov@rambler.ru, t.bobkova@equant.ru

Аннотация

Целью данной работы является разработка и изготовление опытного образца современного микроэлектронного устройства ультразвукового дальномера на базе микроконтроллера AT90S4433 для работы в воздушной среде. В ходе разработки была спроектирована оригинальная принципиальная схема устройства, написана управляющая программа микроконтроллера, спроектирована и изготовлена оптимальная печатная плата в САПР P-CAD 2001, использованы современные электронные компоненты (в т.ч. пьезокерамические преобразователи, микроконтроллер). В результате изготовлено устройство, обладающее высокими технико-экономическими показателями (малые габаритные размеры, малое потребление, высокая надежность и точность), которое может быть использовано в различных системах управления и контроля технологическими процессами.

Abstract

The purpose of the project is to work out an experimental model of a modern electronic ultrasonic range finder based on microcontroller AT90S4433. In the project the following tasks were settled: the original principle scheme, based on modern electronic components, was designed; the Microcontroller programm was written; a printed board was made, the device was assembled, tested, and finally tuned up. Project findings resulted in creation of a modern device with high technical and economical indices such as low power consumption, low dimensions, high reliability and accuracy which can be used in different control systems of technological proceses.

Введение

За последние годы в микроэлектронике широкое распространение получило направление, связанное с выпуском однокристалльных микроконтроллеров, которые предназначены для “интеллектуализации” оборудования различного назначения.

Целью данного проекта является разработка и изготовление опытного образца современного микроэлектронного устройства “ультразвукового дальномера для работы в воздушной среде на базе микроконтроллера AT90S4433” (далее по тексту ультразвуковой дальномер).

В ходе разработки ультразвукового дальномера и создания его опытного образца были пройдены следующие **этапы**:

1. Ознакомление с принципами работы и типами ультразвуковых дальномеров;
2. Проведение анализа существующих технических решений по данному вопросу;
3. Выбор типа микроконтроллера, удовлетворяющего поставленной цели;
4. Изучение архитектуры, работы аппаратных средств, системы команд, программного обеспечения, выбранного микроконтроллера;
5. Синтез полученной информации и разработка принципиальной электрической схемы устройства;
6. Разработка алгоритма работы микроконтроллера, разработка и отладка управляющей программы;
7. Создание макета устройства, проведение испытаний и отладка работы макета;
8. Изучение САПР P-CAD 2001, проектирование печатной платы устройства;

9. Изготовление печатной платы устройства;
10. Производство окончательной сборки устройства и его отладки;
11. Производство окончательных испытаний.

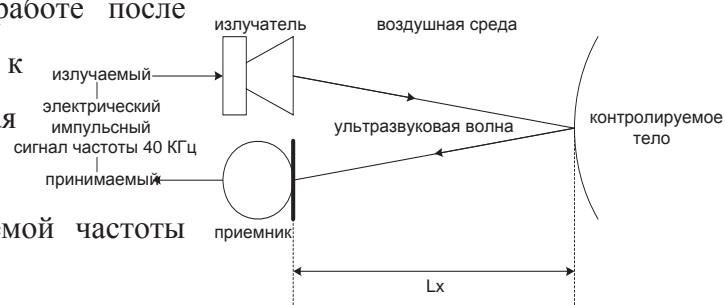
Принцип работы

Работа ультразвукового дальномера основывается на явлении распространения звуковых волн в воздушной среде и отражения его в процессе распространения от других сред (контролируемых тел).

Для измерения расстояний в воздушной среде используются пьезокерамические преобразователи (типа МУП-3, произведенные “ЭЛПА” г. Зеленоград), работающие на 40КГц частоте. Два пьезокерамических преобразователя (излучающий и приемный), подобранные так, чтобы резонансная частота излучения излучающего, совпадала с резонансной частотой приема приемного, образуют акустический блок.

Преимуществами использования таких преобразователей в воздушной среде являются: сравнительная простота излучения и приема колебаний, компактность приемоизлучающих элементов аппаратуры, высокая устойчивость к шумовому, химическому и оптическому загрязнению окружающей среды, возможность работы в агрессивных средах при высоких давлениях, возможность значительного удаления вторичной аппаратуры от места измерений, длительный срок службы, простота в использовании, сравнительно малая стоимость, практически мгновенная готовность к работе после

включения, нечувствительность к электромагнитным помехам, высокая надежность, невосприимчивость органов слуха человека к ультразвуку используемой частоты (40КГц) и ряд других.



Информация о расстоянии до контролируемого тела, точнее некоторой отражающей зоны, принадлежащей поверхности контролируемого тела, определяется временным запаздыванием принимаемого сигнала относительно излучаемого.

Ультразвуковой дальномер производит измерение расстояния до контролируемого тела по схеме эхо-локации (см. рис 1).

Рис 1. Схема эхо-локации

Области применения

Примерами применения разработанного ультразвукового дальномера могут служить (см. рис. 2): контроль дистанции между автотранспортом при его движении в условиях недостаточной видимости на небольших скоростях (а), измерение уровня заполнения резервуаров жидким веществом (б), уровня загрузки бункеров или кузовов автомобилей

сыпучим или дробленым материалом (в), контроль размеров продукции (г), измерение дистанции от борта судна до причальной стенки и др.

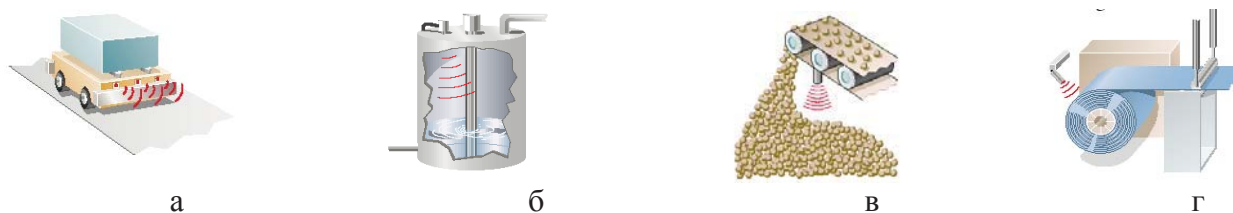


Рис 2. Примеры применения разработанного устройства ультразвукового дальномера для работы в воздушной среде.

Блок-схема

Данный ультразвуковой дальномер представляет собой сложное электронное устройство, содержащее ряд функционально независимых блоков. На рис. 3 представлена его обобщенная структурная схема.



Рис. 3. Обобщенная структурная схема ультразвукового дальномера

Блок формирования импульсного сигнала – осуществляет импульсную модуляцию излучаемых колебаний на несущей ультразвуковой частоте. Ультразвуковая волна формируется пакетом колебаний длительностью 0,5 мс (зондирующий импульс), заполненных несущей частотой – 40КГц. Передающий блок – осуществляет усиление и трансформацию сигнала полученного от блока формирования, до формы необходимой для работы излучателя. Приемный блок – осуществляет усиление и детектирования принимаемых колебаний. Блок обработки принятого сигнала – осуществляет фильтрацию, т.е. выделение полезного сигнала на фоне принимаемых помех и шумов. Измерительный блок – осуществляет измерение временного запаздывания принятого модулированного импульса относительно посланного и температуры окружающей среды как основного источника погрешности, в связи с непостоянством скорости звука. Осуществляет вычисление расстояния.

Разработанные функциональные блоки по своему принципиальному составу являются универсальными для всех звукодальномеров для работы в газовой среде, поэтому могут быть использованы в дальнейших разработках в этой области.

Элементная база

В устройстве ультразвукового дальномера использованы современные электронные компоненты, доступные в нашей стране, и отвечающие высоким технико-экономическим требованиям.

Основным элементом устройства является современный микроконтроллер фирмы ATMEL – AT90S4433, AVR архитектуры. Использование микроконтроллера AT90S4433 в устройстве позволяет:

1. сократить число электронных компонентов;
2. упростить разработку электрической схемы;
3. придать высокую надежность работе электрической схемы;
4. производить модернизацию путем обновления управляющей программы;

5. получить широкие возможности для дальнейшей разработки (например, связь по последовательному каналу с другими микропроцессорами и обмен с ними данными, возможность добавления приемоизлучающих линий и отдельной обработки каждой и др.).

В процессе разработки принципиальной электрической схемы устройства были использованы, как уже готовые идеи, предложенные другими авторами, так и оригинальные инновации.

Управляющая программа микроконтроллера

Для работы микроконтроллера была разработана и написана управляющая программа на языке низкого уровня – ассемблере AVR macro assembler (поэтому все процедуры разработаны оптимально для данного типа устройств), благодаря которой происходит согласование работы всех функциональных блоков ультразвукового дальномера.

Ультразвуковой дальномер производит циклическое измерение расстояния с частотой 25Гц и вывод результата измерения на ЖКИ.

Сборка, проведение испытаний, окончательная отладка

Одной из основных трудностей в разработке такого рода приборов является отладка их аналоговых частей, которые обязаны формировать четкие и неискаженные сигналы.

Для достижения наилучших характеристик был самостоятельно спроектирован и изготовлен окончательный оптимальный вариант печатной платы прибора, при помощи САПР P-CAD 2001. Все элементы устройства размещены на печатной плате устройства, что повышает надежность его работы.

После окончательной отладки и сборки действующего опытного образца устройства ультразвукового дальномера были проведены экспериментальные исследования, в ходе которых были получены следующие параметры:

Рабочее напряжение питания:.....12 (В)
Потребляемый ток:.....20 (мА)
Минимальное измеряемое расстояние:.....30 (см)
Максимальное измеряемое расстояние:.....6 (м)
Погрешность измерений:.....+/- 0,5 (см)

Габаритные размеры – (длина x ширина x высота), вес:.....8,5 x 4,5 x 2 (см), 90 (г)

В результате проделанной работы было получено электронное устройство ультразвукового дальномера, имеющее большую область применения. Приобретен теоретический и практический опыт по разработке, отладке и изготовлению сигнально-импульсных схем, а также устройств на базе современных 8-ми разрядных микроконтроллеров.

Литература

1. А.А. Горбатов, Г.Е. Рудашевский. Акустические методы измерения расстояний и управления, изд. “Энергоиздат”, Москва, 1981.
2. Ю.А. Виноградов. Радиолобителю-конструктору: Си-Би связь, дозиметрия, ИК-техника, электронные приборы, средства связи, изд. “ДМК”, Москва, 1999.
3. В.В. Сташин, А.В. Урусов, О.Ф. Мологонцева. Проектирование цифровых устройств на однокристалльных микроконтроллерах, изд. “Энергоатомиздат”, Москва, 1990.
4. Алиев И.И. **Электротехнический справочник “Ридиософт”, Москва, 2000.**
5. И.В. Коршун. Современные микроконтроллеры, изд. “Аким”, Москва, 1998.
6. **Н. Како, Я. Яманэ. Датчики и микро-ЭВМ, изд. “Энергоатомиздат”, Ленинград, 1986.**

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ОПТИМИЗАЦИОННОЙ ТРАССИРОВКИ КАБЕЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЛВС

Федосов А.В., учащийся 11 класса
Научный руководитель: к.т.н. А.И.Власов
Научный консультант: к.т.н. Камышная Э.Н.
ФМЛ 1516, Москва, Россия

ELECTRONIC ULTRASONIC RANGE FINDER USING MICROCONTROLLER AT90S4433

Fedosov A.V., student of 11 grade
the scientific chief: Ph.D. Vlasov A.I.
The scientific adviser: Ph.D. Kamyschnaj E.N.
PMS1516, Moscow, Russia

Аннотация

В работе рассматриваются вопросы разработки программного комплекса для оптимизационной трассировки структурированных кабельных систем.

The summary

In work questions of development of a program complex for optimaltraces of the structured cable systems are considere.

В настоящее время вычислительная сеть является неотъемлемой частью любой организации, а её отсутствие рассматривается как анахронизм, существенно снижающий эффективность работы персонала.

Локальные вычислительные сети являются той сетевой инфраструктурой, которая будет обеспечивать функционирование системы управления региональным – хозяйственным объектом и обычно представляет собой единую систему, размещаемую либо в отдельном здании, либо в компактно размещённой группе зданий.

При построении сети приходится решать задачу создания физической среды передачи данных (создание так называемой структурированной кабельной сети СКС). Немаловажно и то, что построение ЛВС на основе структурированной кабельной системы (СКС) позволит менять конфигурацию и производить наращивание комплекса информационно–вычислительных систем без существенного влияния на первоначальную систему проводки.

На рисунке 1 представлена иерархическая структура СКС, включающая в себя горизонтальные подсистемы (в пределах этажа), вертикальные подсистемы (внутри здания) и магистральную подсистему. Использование СКС с её декоративными коробами и розетками вместо хаотически расположенных кабелей предоставляет следующие преимущества:

- долговечность (срок морального старения 10-15 лет);
- возможность реструктуризации сети без потери функциональности;
- уменьшение стоимости добавления новых пользователей и изменение их мест размещения;
- надёжность;
- обеспечение более эффективного обслуживания.

При внедрении современных CALS технологий на радиотехническом предприятии необходимо создать не только распределённую информационную систему, выбрать САПР и моделирующие пакеты, но и создать телекоммуникационную инфраструктуру, которая является физической основой создаваемой АСУ радиотехнического предприятия. Поэтому необходимо исследовать методы оптимизационной (по количеству затраченных материалов) трассировки при проектировании структурированных кабельных систем и разработать программный комплекс расчёта и визуализации СКС с привязкой к поэтажным планам.

Современная телекоммуникационная инфраструктура состоит из СКС и каналобразующего оборудования. Создание телекоммуникационной инфраструктуры может стоить довольно дорого. Необходимо точно рассчитывать характеристики СКС (количество коробов, розеток) и оптимальным образом (по расходу материала, т. е. длине соединений) её трассировать. Если для небольшого пространства это сделать легко, то для трассировки СКС в большом здании, с большим количеством монтажных выводов и препятствий задача становится очень сложной. На рисунке 2 представлена сетевая инфраструктура современного производства в рамках CALS технологий. Видно, что решение подобной задачи требует больших затрат времени и сил, если делать это вручную, поэтому и необходима методика, позволившая бы быстро выработать наилучший маршрут трассировки с наименьшими затратами времени и материала



Рис.1. Сетевая инфраструктура современного производства в рамках CALS технологий.

При разработке и реализации методики необходимо решить следующие задачи:

- Исследование методов оптимизации (по количеству затраченных материалов) трассировки.
- Разработка алгоритмов и методик оптимальной СКС, расчёта длин кабелей и компоновки СКС (розетки, короба и т. п.).
- Расчёт характеристик СКС (количество кабелей, коробов, розеток и т. п.).

Классификация алгоритмов трассировки

На сегодняшний день существует большое количество различных алгоритмов трассировки, предназначенных для работы с разными ограничениями и получения разных результатов. Прежде, чем разработать новый или модифицировать старый алгоритм, нужно получить информацию об уже существующих алгоритмах и, проанализировав и сравнив их, принять решение, каким должно быть алгоритмическое обеспечение новой программы.

На рисунке 2 представлена схема, иллюстрирующая классификацию алгоритмов построения оптимально связывающих сетей.



Рис.2. Классификация алгоритмов трассировки.

Анализ и сравнение алгоритмов построения оптимально связывающих сетей

Сначала рассмотрим сравнительную характеристику алгоритмов жгутовой трассировки, представленную в таблице 1. На первый взгляд эти алгоритмы наиболее подходящие для разработки программного комплекса, т. к. предназначены для трассировки проводников в пространстве и довольно просты в программировании, но у всех их есть очень большой недостаток: способны работать только при отсутствии ограничений. Это делает невозможным их дальнейшее применение.

Табл. 1. Сравнительные характеристики алгоритмов жгутовой трассировки.

Алгоритм.	Вайнберга – Лобермана.	Вайнберга – Лобермана: Процедура 1.	Вайнберга – Лобермана: Процедура 2.	Прима.
Описание.	<p>Описание:</p> <p>Пусть в некоторой системе координат XYZ задано местоположение множества точек $M = \{m_1, m_2, \dots, m_n\}$. Строим на множестве M полный граф $G_n(M, U)$. Вычисляем длину всех рёбер графа и упорядочиваем список рёбер с точки зрения их длины так, чтобы выполнялось условие:</p> $\forall u_i \in U [d(u_i) \leq d(u_{i+1})],$ $1 \leq i < r = \frac{n(n-1)}{2},$ <p>где $d(u_i)$ – длина ребра u_i.</p>	<p>На каждом шаге просматривается список рёбер (начиная с ребра, следующего за вошедшим в решение на предыдущем шаге) и к строящемуся поддереву присоединяют то ребро, кот. не образует цикла с рёбрами, уже включёнными в решение.</p>	<p>Предусматривает построение одного поддерева. На каждом шаге просматривают рёбра (с первого) и присоединяют к поддереву ребро, кот.: а) ещё не включено в решение; б) присоединяет к поддереву новую вершину (один конец ребра – вершина поддерева, другой – изолированная вершина).</p>	<p>На первом шаге произвольная вершина соединяется с ближайшей соседней, образуя исходное поддерево. На каждом последующем шаге к строящемуся дереву присоединяют ребро минимально возможной длины, связывающее новую вершину с одной из вершин поддерева.</p>
Преимущества.	<p>1. Возможность параллельного построения нескольких поддереьев, кот. затем объединяют в связную сеть кратчайшими рёбрами.</p>	<p>1. Упрощённый алгоритм (т. е. Не нужно наблюдать за компонентами связности или проверять условия необразования цикла).</p>	<p>1. Позволяет организовать просмотр только тех рёбер графа $G_n(M, U)$, которые связывают вершины строящегося поддерева с новыми.</p>	

Недостатки.		1. Нельзя наложить ограничения. 2. Необходимость наблюдения за различными компонентами связности. 3. Необходимость проверки при выборе ребра условия образования цикла для всех поддеревьев.	1. Нельзя наложить ограничения. 2. Необходимо на каждом шаге просматривать список с первого ребра. 3. Уменьшение быстродействия (относительно предыдущего алгоритма).	1. Нельзя наложить ограничения.
Обл. применения.		При отсутствии ограничений (каналов).	При отсутствии ограничений (каналов).	При отсутствии ограничений (каналов).

Волновые алгоритмы, представленные в таблице 2, считаются наиболее точными, т. е. дающими оптимальный результат, когда нужно провести трассу наименьшей длины. Но, к сожалению, они обладают такими недостатками, как сложность в программировании и большое количество вычислений по ходу решения задачи.

Табл. 2. Сравнительные характеристики волновых алгоритмов трассировки печатных соединений.

Алгоритм.	Ли: классический.	Ли: соединения комплексами.	Ли: соединения комплексами.	Ли: лучевой.
Описание.	Все ячейки поля делятся на занятые и свободные. Занятыми считаются ячейки, где уже есть проводники или монтажные выводы элементов, а также ячейки, соответствующие запрещённым для прокладки участкам. Моделируют волну влияния из одной ячейки в другую, соединяемых впоследствии общим проводником. Чтобы иметь возможность следить за движением	Источниками волн являются обе ячейки, подлежащие объединению. При этом на каждом k-ом шаге поочередно строят первой и второй волн, распространяющиеся из этих ячеек. Процесс продолжается до тех пор,	Проводники также могут быть источниками волн влияния, что позволяет построить минимальное связывающее дерево, вершинами кот. являются все монтажные выводы.	Задаётся число лучей, распространяемых из точек А и В, а также порядок присвоения путей координат (обычно для каждой ячейки-источника принимается одинаковым).

	<p>фронта волны влияния от источника к приёмнику, его фрагментам на каждом этапе присваиваются свои веса:</p> $P_k = P_{k-1} + \varphi(f_1, f_2, \dots, f_g),$ <p>где P_k и P_{k-1} - веса ячеек k-го и $(k-1)$-го фронтов; $\varphi(f_1, \dots, f_g)$ - весовая функция. Если в результате распространения волна достигла приёмника, то осуществляется «проведение пути», т. е. Движение от приёмника к источнику по пройденным при распространении волны ячейкам.</p>	<p>пока фронты не встретятся. Проведение пути осуществляют из места встречи в направлении обоих источников.</p>		
Преимущества.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Оптимальность полученного результата по критериям, определяемым пользователем, таким, как, например, длина. 2. Не требуется дальнейшей обработки (т. е. применения других алгоритмов или работы вручную). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Площадь, кот. нужно просмотреть уменьшается примерно вдвое. 2. См. метод встречной волны п. 2. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Реализуется возможность соединения типа «вывод – проводник» и «проводник – проводник». 2. См. метод встречной волны п. 2. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сокращение числа просматриваемых ячеек и времени анализа. 2. см. метод встречной волны п. 2.
Недостатки.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Большие затраты машинного времени по сравнению с другими (неволновыми) алгоритмами. 2. Более сложный (по сравнению с неволновыми алгоритм). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Необходимость выделения дополнительного разряда памяти на каждую ячейку поля для хранения информации о принадлежности и её к первой или второй волне. 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Снижение вероятности нахождения пути сложной конфигурации. 2. Усложняет учёт конструктивных требований к технологии печатной платы.
Обл. применения.	Трассировка печатных соединений.	Трассировка печатных соединений.	Трассировка печатных соединений.	Проектирование печ. Пл. с невысокой плотностью монтажа.

Неволновые алгоритмы, анализ которых представлен в таблице 3, являются наиболее простыми, как в программировании, так и при выполнении их компьютером, но дают

неоптимальный результат, что усложнило бы их модификацию, если бы было принято решение использовать их при разработки метода трассировки ЛВС.

Табл. 3. Сравнительные характеристики неволновых алгоритмов трассировки печатных соединений.

Алгоритм.	Эвристический.	Ортогональный.
Описание.	На каждом шаге из числа свободных соседних ячеек выберем ту, в которой расстояние до ячейки-цели уменьшается (увеличивается) на максимально (минимально) возможную величину. Если на пути движения встречается препятствие, то его обход осуществляем по первому свободному направлению, исследуя состояния соседних ячеек в порядке выбранного приоритета.	Происходит распределение на два слоя: все горизонтальные отрезки проводников помещаются в одном слое, а вертикальные – в другом. В точках изгибов проводников размещаются контактные переходы.
Преимущества.	1. Наибольшее быстродействие. 2. Простота в программировании. 3. Возможность работы без разбиения поля на ячейки (с небольшими изменениями алгоритма).	1. Быстродействие больше волновых (реализация требует в 75 – 100 раз меньше вычислений).
Недостатки.	1. Неоптимальный результат (по большинству критериев, определяемым пользователем). 2. Необходимость дальнейшей обработки (применения других алгоритмов или доработки вручную).	1. Больше (сравнительно с другими алгоритмами) число переходов со слоя на слой. 2. Нет гарантии проведения всех трасс. 3. Много параллельно идущих проводников.
Обл. применения.	В случае, когда основным является скорость решения, а не качество трассировки (печатные платы в единичных экземплярах и т. п.).	Печатные платы со сквозными металлизированными отверстиями.

Выводы об алгоритмах трассировки

Алгоритмы жгутового монтажа не могут быть применены, т. к. на них нельзя наложить ограничения. Неволновые алгоритмы, переработанные для трёхмерного пространства, могут быть использованы для решения поставленной задачи, но результат не будет оптимальным по количеству затраченных материалов (как эвристический, так и ортогональный алгоритмы не могут провести кратчайший путь в некоторых случаях).

Волновые алгоритмы требуют большего количества вычислений, так при решении

одинаковых задач классический алгоритм Ли требует выполнения в $\frac{I^2}{4}$, где I - расстояние

между проводниками, операций больше, чем эвристический. Несмотря на это, они являются наиболее подходящими, поскольку способны удовлетворить поставленным условиям, а современные ЭВМ обладают достаточным быстродействием и способны решать задачи гораздо большей сложности. Итак, при реализации проекта удобней всего использовать волновой алгоритм Ли, модифицировав его для решения поставленных задач.

В начале (I этап) пользователем вводится топологическая информация (размеры и конфигурация помещения/здания, препятствия и запретные зоны, расположение розеток). Далее (II этап) применяется волновой алгоритм трассировки (исходный код представлен и прокомментирован в подразделе «Программное обеспечение»), связывающий все розетки в единую сеть, если это возможно. В заключительной (III этап) части информация (о расположении проводников, их длине) выводится на экран.



Рис. 4. Обобщённая блок-схема программы

Выводы.

Возможно использование пакета в разных целях. Используемый алгоритм позволяет решать задачи трассировки как для двухмерного, так и для трёхмерного пространства, что открывает широкие возможности применения программного комплекса не только для 3D трассировки ЛВС, но и для трассировки печатных плат, однослойных, многослойных, с металлизированными отверстиями. Также возможно применение алгоритма для других целей, например в компьютерных играх.

Литература

1. Б. Н. Деньдобренко, А. С. Малика Автоматизация конструирования РЭА – 1-е изд., 1980.
2. В. А. Селютин, Машинное конструирование электронных устройств – 1-е изд., 1977.
3. М. Брейер, Теория и методы автоматизации проектирования вычислительных систем – 1-е изд., 1977.
4. В. В. Подбельский, С. С. Фомин Программирование на языке С – 2-е доп. изд., 2002.
5. Б. Страуструп, Язык программирования С++ - 1-е спец. изд., 2001
6. С. Прата, Язык программирования С++. Лекции и упражнения – 1-е изд., 2001.

MSTU - МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС

Афанасьев А.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Власов А.И.

МГТУ им. Баумана, Москва, Россия

MSTU - HARDWARE-SOFTWARE MEASURING COMPLEX

Afanasyev A.V.

Science supervisor: Vlasov A.I.

MSTU named after Bauman, Moscow, Russian Federation

alex@icn.bmstu.ru, <http://wap.iu4.bmstu.ru>

Аннотация

Программно-аппаратный измерительный комплекс разработан для ряда задач, требующих анализа состояния определенных параметров системы с последующей оценкой и обобщением полученных результатов. Комплекс представляет собой среду, которая позволяет сторонним разработчикам интегрировать в нее дополнительные модули алгоритмов и драйверов для конкретной задачи, обеспечивая взаимодействие между компонентами системы. Легкость расширения комплекса обеспечивает его применимость в широком спектре задач, начиная визуализацией во временной области сигнала, кончая адаптивной системой управления.

Abstract

Hardware-software measuring complex is developed for whole class of problems demanding the analysis of condition of certain parameters of system with further estimation and generalization of received results. The hardware-software complex is the environment which allows other developers to integrate into it additional modules of algorithms and drives for a specific problem, providing interaction between components of system. Ease of expansion of the hardware-software complex provides its applicability in a wide spectrum of tasks, starting with visualization of a signal in time area (oscilloscope), finishing with an adaptive system of control.

ВВЕДЕНИЕ:

В настоящее время большой класс задач требует для своего решения анализа состояния параметров системы, такие как системы адаптивного контроля. Существующие аналоговые системы в настоящее время не могут полностью решить эти задачи, с которыми могут справиться цифровые методы анализа параметров. Необходимость разработки и отладки цифровых алгоритмов анализа параметров требует в свою очередь универсального и легкомасштабируемого средства, с помощью которого разработчики могли бы отработать в лабораторных условиях новейшие алгоритмы анализа и принятия решений. Таким легкомасштабируемым средством и является аппаратно-программный измерительный комплекс (АПК), структурная схема которого представлена на рис.1. Аппаратная часть комплекса представляется следующими компонентами – датчиками поля, генераторами поля, аналого-цифровыми преобразователями (АЦП), цифро-аналоговыми преобразователями (ЦАП) и компьютером заданной архитектуры. Возможны различные варианты реализации

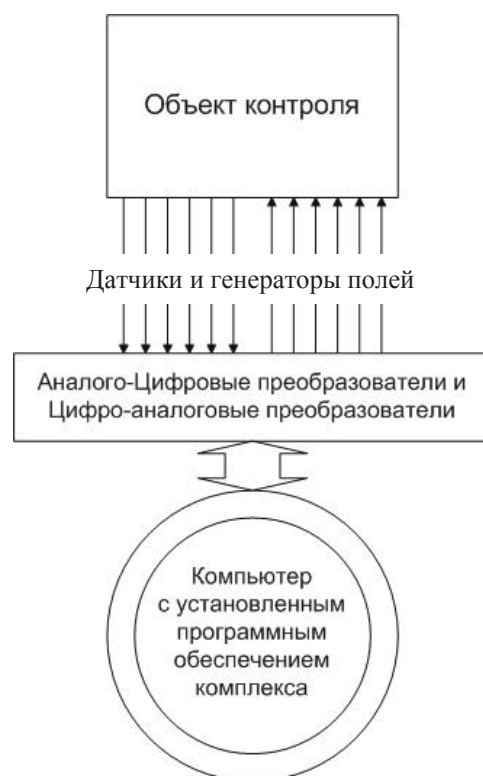


Рис.1. Структурная схема MSTU

данных компонентов:

1. реализация на базе компьютера x86 архитектуры, используя шину PCI, ISA или USB для передачи данных, операционную систему Windows и WIN32 API для управления потоками и визуализации процесса работы. В качестве компонентов АЦП и ЦАП возможно использование широкого спектра плат расширения. Сравнительная характеристика некоторых возможных для применения плат расширения приведена в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительные характеристики АЦП/ЦАП плат расширения

Фирма производитель	Название платы	Установленный DSP	Число каналов	Разрядность АЦП	Частота оцифровки, кГц	Цена, \$
ЗАО «Л-Кард»	L-154	без DSP	32/16 диф	12	до 70	135
ЗАО «Л-Кард»	L-761	ADSP-2185	32/16 диф	14	до 125	390
ЗАО «Л-Кард»	L-780	ADSP-2185	32/16 диф	14	до 400	390
ЗАО «Л-Кард»	L-783	ADSP-2186	32/16 диф	12	до 3000	430
ЗАО «Л-Кард»	L-1450	без DSP	32/12 диф	14	до 400	280
ЗАО «Руднев-Шиляев»	ЛА-70	без DSP	16/8 диф	12	до 14	95
ЗАО «Руднев-Шиляев»	ЛА-7*	без DSP	16/8 диф	16	до 142	400
ЗАО «Руднев-Шиляев»	ЛА-2М5	без DSP	16/8 диф	12	до 500	250

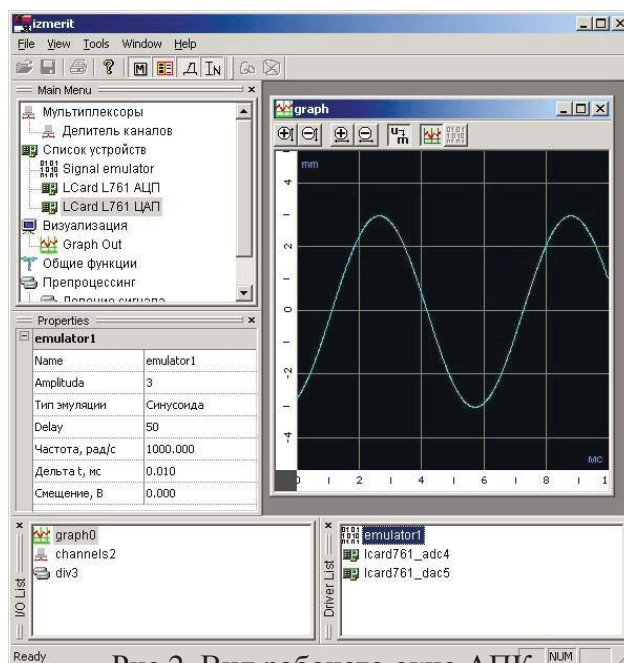
Примечание: информация в таблице взята с WEB серверов указанных фирм (<http://www.lcard.ru>, <http://www.rudshel.ru>).

2. реализация на базе компьютеров x86 архитектуры, используя шину PCI, ISA или USB для передачи данных, операционную систему Linux для управления потоков, организации доступа к системе (серверная часть), операционную систему Windows для управления серверной частью и визуализацией данных (клиентская часть). Компоненты АЦП и ЦАП аналогичны варианту 1. Принципиальная разница от первого варианта заключается в разделении между сбором, анализом и визуализацией данных. Если в первом варианте используется один компьютер для сбора и обработки данных, то во втором есть серверная часть, обеспечивающая сбор данных и набор функций для удаленного доступа к данным и управления установкой.

В АПК выбрана реализация компонентов по первому варианту, по причине меньших экономических затрат при организации комплекса.

1. РЕАЛИЗАЦИЯ АПК

Программная часть АПК построена на модульном принципе, используя COM технологию (Component Object Model) в реализации компании Microsoft (Windows API). Реализация всех возможных драйверов АЦП, ЦАП, алгоритмов обработки данных, а также различных графических компонентов на основе COM технологии позволяет разрабатывать дополнительные библиотеки компонентов комплекса на любом языке программирования,



поддерживающим эту технологию, что, в свою очередь, дает возможность комплексу как наращивать свой потенциал, так и специализироваться на конкретную задачу. Поддерживание SOM компонентом набора различных predefined интерфейсов, позволяет реализовать все возможные варианты компонентов измерительного комплекса.

Основной и неотъемлемой частью комплекса, обеспечивающей своевременную загрузку кода SOM компонентов в оперативную память, создание SOM Объектов, организацию взаимодействия потоков, настройку режимов работы SOM Объектов является ядро комплекса (далее просто ядро). Общий вид рабочего окна ядра комплекса представлен на рис.2. Каждому созданному SOM Объекту присваивается внутренний уникальный идентификатор (IUID – Internal Unique ID), по которому объект опознается в системе. Ответственность за правильную раздачу IUID ложится на ядро. Для визуального различения пользователем различных созданных SOM Объектов в системе также присутствует псевдо-уникальное сочетание букв и цифр, также называемое «кратким названием объекта».

1.1. ПРИНЦИП РАБОТЫ КОМПЛЕКСА

Для обеспечения доступа к установленным в системе SOM компонентам организовано иерархическое древовидное меню (далее главное меню), в котором компоненты с общим принципом действия объединены в единые подпункты (Main Menu на рис.2). Организация главного меню, в том числе изменение порядка и структуры расположения, добавление и удаление компонентов, ложится на пользователя. В связи с чем, ему предоставляется комплексом интерфейс конструктора комплекса*.

Для работы с предоставляемыми SOM компонентом функциями необходимо создать экземпляр этого SOM компонента – SOM Объект (список кратких названий созданных объектов представлены в меню I/O List и Driver List на рис.2). Для настройки режимов работы объекта комплексом используется SOM интерфейс IOption, который должен быть реализован всеми компонентами АПК. Интерфейс, предоставляемый пользователю для установки режимов объекта представляет собой таблицу полей свойств (меню Properties на рис.2).

В случае если SOM компонент поддерживает графический интерфейс (IGraphics), то при инстанцировании объекта для него создается отдельное окно (MDI Child) и настраиваются соответствующие указатели для обеспечения прямой и обратной связи между ядром и созданным SOM объектом. Реализация всех графических обработчиков ложится на SOM компонент.

При возникновении исключительной ситуации во время работы, в т.ч. нарушение целостности данных, попытки доступа по неверным адресам памяти и проч., комплекс аварийно завершает свое выполнение с выводом диагностирующего сообщения на экран.

1.2. МОДУЛИ РАСШИРЕНИЯ АПК

Как уже было сказано выше, комплекс построен на модульном принципе, поэтому основным для функциональности комплекса является разработка набора компонентов комплекса, также называемых модулями расширения или просто SOM компонентами. Для реализации различных по функциональности и принципу действия компонентов используется следующий набор SOM интерфейсов:

- IUnknown: базовый интерфейс SOM компонента, который необходимо реализовывать всем модулям независимо от задач;
- IOption: интерфейс обеспечивающий базовую работу с настройкой объекта на необходимые режимы из ядра комплекса через интерфейс пользователя;
- IOptionReverse: интерфейс дополняющий IOption специфическими функциями обратной связи ядро-модуль;
- IGetData: интерфейс сбора данных;

* доступно только в Dev версии программы

- IPutData: интерфейс посылы данных;
- IExchanger: специализированный интерфейс обеспечивающий возможность ядру комплекса настроить указатели на загруженные в память СОМ объекты необходимым для правильного взаимодействия объектов друг с другом;
- IGraphics: специализированный интерфейс обеспечивающий работу графических СОМ компонентов.

Модули расширения АПК должны быть разработаны с учетом поддержки соответствующих интерфейсов, учитывая ограничения и соглашения по разработке СОМ компонентов для АПК. На рис.3 представлены основные модули расширения, используемые в комплексе с указанием поддерживаемых интерфейсов и инкапсулируемых указателей на СОМ объекты. Возможны и другие сочетания поддержки интерфейсов и инкапсуляции указателей на другие СОМ объекты для реализации специализированных задач.

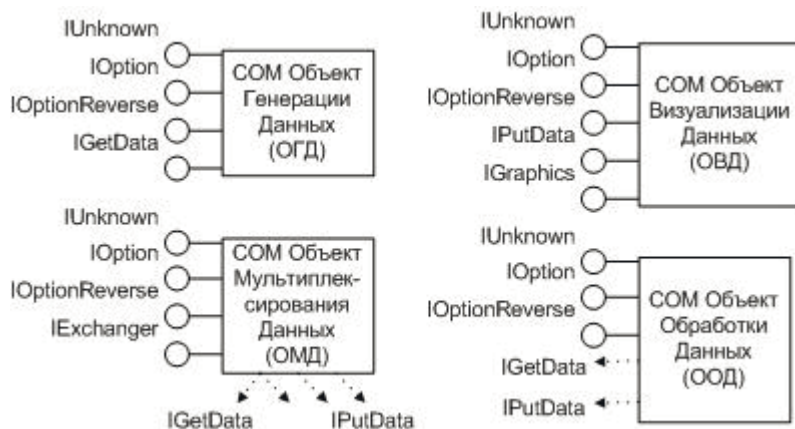


Рис.3. Модули расширения АПК

1.3. ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСА

АПК в частности может быть использован как анализатор сигнала во временной области (осциллограф). Для настройки комплекса на работу в качестве осциллографа требуется набор базовых модулей расширения: модуль драйвера АЦП (например, L-Card 761), модуль разделителя каналов АЦП и модуль визуализации сигнала во временной области. Может также потребоваться модуль предварительной обработки данных, если мы хотим видеть не чистый сигнал, а обработанный на основе некоторой математической модели.

После загрузки кода всех перечисленных модулей в память и создания соответствующих СОМ Объектов необходимо используя предоставляемые средства настроить режимы работы каждого объекта, после чего можно приступить к фактическому мониторингу сигнала.

1.4. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНО-АППАРАТНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ

Операционная система: Windows 2000/XP

Процессор: Pentium 500 и выше

Оперативная память: не менее 32 Мб

Литература

1. Нестеров Ю.И., Власов А.И., Першин Б.Н. Виртуальный измерительный комплекс // Датчики и системы №6. 2000.
2. Князев В.С. Программно-технический комплекс моделирования систем активного гашения // III Молодежная научно-техническая конференция "Научно-технические технологии и интеллектуальные системы 2001". Сборник докладов. - 21-22 марта 2001г., г.Москва, МГТУ им. Н.Э.Баумана.
3. Князев В.С. Виртуальный многофункциональный спектроанализатор // III Молодежная научно-техническая конференция "Научно-технические технологии и интеллектуальные системы 2001". Сборник докладов. - 21-22 марта 2001г., г.Москва, МГТУ им. Н.Э.Баумана. - с. 119 - 122

NEURAL NETWORK HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX FOR RAW MESSAGE STREAM CLUSTERIZATION IN REAL TIME MODE

Tsyganov I.G. (aspirant)
Department IU4, BMSTU

ABSTRACT

In the paper the hardware-software complex of textual information stream processing in real time mode is considered. The system realizes classification of the transmitted messages by context-sensitive and stylistic features of texts, in conditions when texts contain a great many of errors. The algorithm of classification realized with the help of a neural network, which structure and parameters are varied at the training process. The amount of text classes is determined automatically at neural network synthesis. The proposed complex is used for the analysis of the e-mail messages. The experiment research for effectiveness of clusterization algorithm is proposed.

1. INTRODUCTION

The data stream volumes of user's text messages transmitted on information network systems, considerably grown recently. Thus there is a task of the automated analysis of the transmitted texts. This should be processed for the time, comparable with transmission time of data on a network, i.e. in real time mode.

The system of text analysis should classify an incoming message by a number of semantic-lexical categories.

This problem is connected with necessity of extraction and formalization of semantic and stylistic component that contained in the message body. The text messages transmitted on electronic channels have a series of singularities (see item 2.1), which demand creation of a new processing techniques. Let's mark, that there are no systems, which could be applied in conditions of the posed problem at present, as the most of them is oriented whether on the good literary text, or the methods are limited to statistical processing of the significant morphemes. Here we introduce method that very close to [1], but more adaptive and automated.

The text messages are formalized in vast dimensionality feature space by the vector. The processing of such vector requires large computational power. Therefore the message classifier is realized with the help of algorithm supposing a high level of computational parallelism. The neural network of variable structure (item 3.2) was used, which must be realized by the high-performance neural hardware device.

In the paper the method of test input signals for classification algorithm efficiency estimation is used. In this method as an input of classifier program model the test sample with definite characteristics is used. An estimation of algorithm classifying ability is made.

The given paper contains brief exposition of key elements of a hardware-software complex and it efficiency estimation procedures that we are used.

2. AUTOMATED E-MAIL ANALYSIS MODEL

2.1. Singularities of the electronic messages texts

At design of a analysis system we based on the following facts describing the electronic message content common properties:

- ambiguity by quantity and characteristics of subjects that appear in correspondence;
- determining of text subject not only by logic of word sequence, but also by expressive component;
- dependence of text subject on the concrete writers and groups of writers;
- a possibility of spelling, syntactical and logic errors, corrigenda and etc.

- wide usage of slang, modified morphemes, and etc.

This stuff can be structured only with introduction of the special metric that cover and integrate context-sensitive and stylistic component of the texts. As context-sensitive information we consider significant morpheme set that containing in the example texts, as stylistic we consider a formal indications of functional styles of speech (scientific, art, business, publicistic, etc.). The context-sensitive information determines the subject of the messages, stylistic - form of representation.

The subject of the messages and their stylistic cannot be divided into two separate formal components, as they are in direct communication and interaction in the text and are connected with concrete writers, groups of the writers, subjects of messages and etc. Besides in interactive mail speech there are continuous variations and dynamics. The adaptive algorithm of analysis system set-up for concrete conditions of usage is indispensable.

2.2. Feature set

For forming of feature space a number of text message examples are used. The text examples represent the typical electronic messages. For example, text messages stored in client mail boxes on a company server as such stuff can be used.

The feature space is formed as follows. The process of the analysis of all words containing in all examples is made. Each word is considered separately, the flectives are not disjoint. With the help of algorithm explained in item. 2.3, the extraction of significant parts of words is carried out. The dictionary of such parts of words is made, in which the index for each part is assigned.

The text message is formalized by the vector $X = \{x_1, x_2, \dots, x_N\}$, i -th component x_i of which represents a frequency of appearance of i -th significant part of word in given message, i.e. quantity of occurrences of the given part in the given text message.

2.3. Significant part of word vocabulary

The forming of such vocabulary starts with division of all words of all text examples on parts. Thus in an output set of parts all possible sequences of symbols meeting in words is including. For example, the word "word" is divided on a parts "w", "wo", "wor", "word", "o", "or", "ord", "r", "rd". For each part the quantity of appearances of that part in different words of all texts is saved. All parts meeting less of 2 times and more 5000 will further be rejected from output dictionary.

The total matching of each part with all from obtained set is made. If any part is the subpart of other part (for example, the part "or" is a subpart of "word") and occurring count of a minority part ("or") equal to greater part ("word"), then smaller part will be rejected.

The truncation of the obtained dictionary with the help of synthesis of a neural network is further made. This realizes clusterization on two classes (see item 3.1):

- a white noise;
- a useful signal.

As an input signal of such network the binary vectors $P_i = \{p_{i1}, p_{i2}, \dots, p_{iL}\}$, $i=1, \dots, W$, are used, where L - quantity of parts of words, W - quantity of words in all text examples,

$$P_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{in } i\text{-th word there is } j\text{-th part} \\ 0, & \text{elsewhere} \end{cases} .$$

After a filtering the final vocabulary of significant parts of words is made. In that vocabulary all part of word that classified as a useful signal is including.

Such vocabulary is contained groups of word parts that expected to be rooted morphemes and part of speech indicators: first of them determine the contents, second - style.

2.4. Electronic messages classifier

The electronic messages are encoded in feature space as it pointed in item 2.2. The synthesis of a neural network (see item 3.1) is further made. The neural network algorithm determines a quantity and form of message vector clusters. The algorithm of classification works on principles of self-

organization, thus clusters represent natural groups of similar vectors. In such clusters includes similar by semantic and stylistic vectors of messages.

The clusterization is made by algorithm of "white noise" from a useful signal separation. The useful signal is forming by brightly expressed peaks of a density distribution function of learning set of vectors. Such peaks will be a separate clusters, the other vectors will be considered by the classifier as a white noise signal.

Each message thus may belong to one of clusters (categories) or to a white noise (trash). The higher level control program can integrate the obtained clusters for creation of user's classes.

3. NEURAL NETWORK SYNTHESIS ALGORITHM

At the decision of a clustering task the *criterion of primary optimization* is considered as function of the average risk that determining quality of the decision [2]:

$$R = \sum_{k=1}^{K_p} \int_{S^{(k)}} \|x - b_k\|^2 f(x) dx, \quad (1)$$

where x - an input vector, K_p - a number of clusters, $b_k, k=1, \dots, K_p$ - a cluster centers, $\| \cdot \|$ determines norm of a vector, $f(x)$ - the multimodal probability density distribution function on feature space of a task, $S^{(k)}$ - area of a feature space concerned with k -th cluster. The optimal decision of a clustering task corresponds to minimization of function (1). Varied parameters are:

- a configuration of areas $S^{(k)}$;
- a number of clusters K_p .

The centers of areas b_k are determined as average vector on a subset of training sample vectors which belong to area $S^{(k)}$.

In the paper a new sequential algorithm of synthesis of the neural network with variable structure is researched. This approach is based on step-by-step increase of hyperplanes number which form resulting piecewise-linear hyperplane until the minimum R will be achieved. Thus there is a minimization of function R on each step. We shall designate the feature space of the task - Φ_0 . The algorithm starts with calculation of a couple of vectors: 1) center of useful signal; 2) center of a

white noise. Center of a useful signal pays off as center of all training sample: $b_u = \frac{\sum x}{P}$, where x - a sample vectors, P - quantity of vectors in sample set. Center of a white noise b_{wn} pays off as center of vectors, distributed uniformly on a set Φ_0 (geometrical barycentre of a set).

The first hyperplane will be traced through a bisecting point of a segment connecting a points b_u and b_{wn} and perpendicularly to that segment. This hyperplane breaks feature space Φ_0 into two subspace Φ_1 and Φ_2 , and Φ_1 is considered to be own area of the first class, Φ_2 - the second class area. Here training sample L_0 is divided on two: L_1 and L_2 parts consisting of the vectors which belong to Φ_1 and Φ_2 accordingly. The average vectors b_{u1}, b_{wn1} and b_{u2}, b_{wn2} on the base of samples L_1 and L_2 accordingly are calculated. The mean square deviation r_1 и r_2 on each area are estimated, the maximal element from the set $\{r_1, r_2\}$ is selected and to the further division the appropriate subarea is selected.

Let's assume, that $r_1 > r_2$. Then, through the bisecting point b_1 of a segment connecting a points b_{u1} and b_{wn1} and perpendicularly to that segment the hyperplane will be traced. Next we calculate $b_{u11}, b_{wn11}, b_{u12}, b_{wn12}$, and r_{11} and r_{12} . If $r_{11} + r_{12} < r_1$ then formation of a hyperplane improves the quality of clustering. In this case the sample L_1 is divided on L_{11} and L_{12} . Again we choose area with the maximal mean square deviation, build hyperplane and etc. As the result we have a set of areas $\Phi_i, \Phi_{ij}, \dots, \Phi_{i,j,k,\dots,t}$, where indexes i, j, k, \dots, t accept values 1 and 2. In that case if division of the given area does not result in reduction of average risk function R the appropriate value $r_{i,j,k,\dots,t}$ is excluded from the set $r_i, r_{ij}, \dots, r_{i,j,k,\dots,t}$ where the greatest value of error is found. The algorithm stops when the list $r_i, r_{ij}, \dots, r_{i,j,k,\dots,t}$ is empty.

4. STRUCTURE OF HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX

In this paper the soft-hardware complex which includes following elements is considered:

- neural network hardware device fulfilling functions of the classifier of the electronic messages;
- the server software that controlling and managing the hardware device;
- the client software permitting to remote users to have access to results of the message classification.

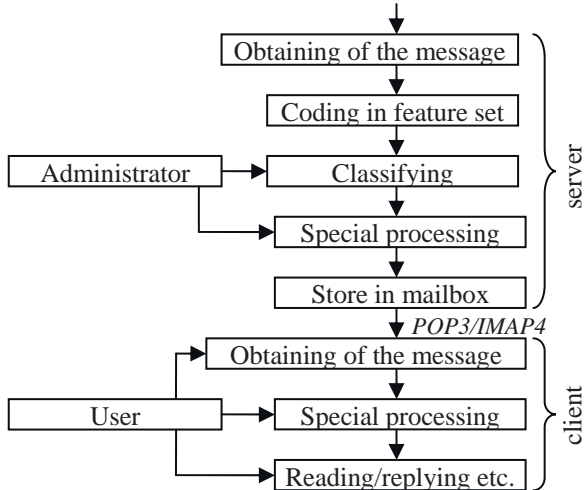


Fig.1. Whole cycle of message processing

The incoming message processing is shown in a fig. 1. The process begins at the moment when SMTP-server have receiving a new message. A new message goes to a server part of the complex software, where it is separating to technical envelope fields and textual part. Further textual part is encoded in vector of feature space with usage of the hardware device. After that a message vector classification to one of categories is carried out. The set-up of categories is carried out by administrator of a mail service while training a neural network of the hardware device. Further the stage of special to each category program processing can follow. For example, if the message classified as "spam" with a high level of probability, then such message can be rejected. The suspicious messages can be postponed for special study by the administrator of a network etc. The procedures of similar processing should be included to a structure of server software and have a flexible set-up tuning.

Further message is stored in a user mail box.

The remaining circumscribed functions are operated by a client part of a program complex. The client part includes the interface elements permitting to show results, obtained at a message processing in a server part of a complex. The information blocks thus are transmitted from a server to the client computer with the help of the *POP3* or *IMAP4* protocol. The data of classification are in this case stored in a separate part of the *MIME*-multipart message so that there was a possibility of work with the standard programs of mail clients (such as *Microsoft Outlook*, *TheBat!*).

The mail client should have interactions with a server, thus the configuration of the base characteristics (such as a number of categories, their descriptions, arrangement and priority) downloading from a server at the moment of establishing connection. Further, the client software allows category navigation, survey of the messages text with pointing of which category that message belong. For each category the special processing can be allowed such as that on a server.

5. EXPERIMENTAL RESEARCH

5.1. The research methodology

During research we have conducted a series of experiments for algorithm effectiveness estimation. In our experiment various parameters of test sample are assigned and the estimation of algorithm work quality is made in each case. The purposes of experiments are:

1. inference of dependences of algorithm quality on input sample characteristics;

2. determining of algorithm restriction on parameters of training sample;
3. determining of algorithm sensitivity on various combinations of parameters.

Varied parameters are:

1. M - number of modes of a test sample probability density distribution function;
2. a combination of parameters: Δr - distance between mode centers of a test sample and σ – mean square deviation of vectors inside each mode;
3. P - number of vectors in sample.

The set of vectors that used as a test sample is received by the additional procedure of sample generation. The signal has multimodal probability density distribution function. Quality of algorithm is estimated with the help of the following parameters.

Number of areas K_p which the task feature space was divided into. As a result of comparison of the given parameter with the given quantity of modes of the test sample it is possible to draw a conclusion on accuracy of classes quantity determining by algorithm in input sample. *The number of neuron H_1* . That value is always less than value of K_p by 1. *Dynamics of average risk function R* during training process and on the end of network adjustment.

5.2. The algorithm of a test sample generation

As test sample in our experiments we have used a sample which probability density distribution function had M modes. The centers of modes we have arranged on a hyperbisector (the straight line which has been traced in hyperspace through the beginning of coordinates, coordinates of any point of that line are equal among themselves) on identical distance $\Delta r = const$. Here we have used normal distribution of vectors inside each mode. The probability of vector occurrence from each class is constant and equal $p_k = 1/M$, $k = 1, \dots, M$.

For generation of test vectors the simple formula of Box-Muller was used which allows to generate the set of random values with normal distribution low with mean equal to zero and mean square deviation equal to 1.

$$G = \sqrt{-2 \log U_1} \cos(2\pi U_2) \quad (2)$$

In the last formula the number U_1 and U_2 are distributed uniformly on interval $(0,1]$.

Algorithm of formation of a arbitrary vector is following.

1. In the beginning the mode number $n = U(M)$ is determined where function $U(M)$ returns a random value in range $[0, M - 1]$.
2. Further the appropriate values of the vector components: $x_i = G \cdot \sigma + \Delta r \cdot n$, $i = 1, \dots, N$ are calculated. In last formula the scaling of initial random value (generated by (2)) is implemented for the purpose of its accordance with required value of mean square deviation and mean of distribution for n -th mode.

5.3. Experimental results

The following experiments were carried out:

1. research of required size of sample set;
2. research of algorithm at a various modality of a test sample probability density distribution function;
3. research of algorithm at various mean square deviation of a test sample modes.

The experiments in item 1 have revealed graduated association between a size of test sampling and quality of clusterization. Thus there is a threshold value of a sample size (see fig. 1). If quantity of vectors P in sample less then threshold for given number of modes, then the quality of algorithm is sharply reduced, if more than, the algorithm demonstrates stability of classification.

The experiments in item 2 have revealed graduated association of clusterization quality on an amount of modes. At modes amount equal to integer power of 2 the algorithm worked theoretically, however at values of number of modes on segments between twain powers the linear growth of quality was watched (see fig.3), and in a bisecting point of a segment was present saturation. The

given saturation was explained and its connected with effect of exuberant division of separate modes.

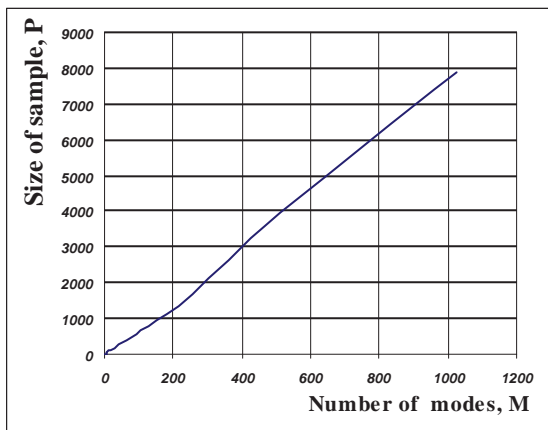


Fig. 2. Required sample size

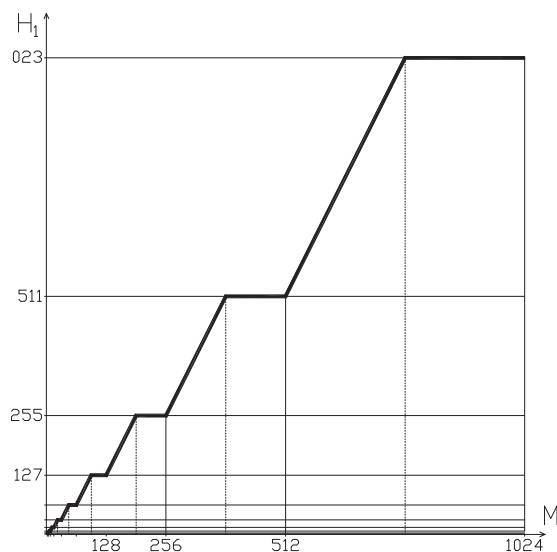


Fig.3. The neurons quantity H_1 vs number of modes M

The experiments in item 3 have shown, that the algorithm works stably in the case that the modes have root-mean-square deviation smaller then the halves of modes means. In this case we have seen an ideal separation of modes, in opposite - the separate modes are integrated at classification.

REFERENCES

- [1] G.G. Belonogov, B.A. Kuznetsov, "Language tools of Automated Information Systems", Moscow, "Science", 1983. (in russian).
- [2] A.I. Galushkin, "Neural Networks Theory (Series Neurocomputers and its application. Vol. 1)", Moscow, "Radiotechnika", 2000. (in russian).

О ДИНАМИКЕ НАСТРОЙКИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ВХОДНОГО СИГНАЛА БОЛЬШОЙ РАЗМЕРНОСТИ И МОДАЛЬНОСТИ

Цыганов И.Г., Щелчков С.В.*

Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана.

* -Научный Центр Нейрокомпьютеров РАСУ,
tsyganov@mnppsatur.ru, serje@cnd.ru

Аннотация

В данной работе предлагается группа алгоритмов построения нейронной сети для решения задачи кластеризации. Синтез нейронной сети производится с помощью адаптивного механизма, определяющего как структуру сети, так и ее параметры. Произведено систематическое экспериментальное исследование алгоритма на тестовых сигналах большой размерности и модальности. Выявлены характеристики алгоритма для выборок с различными параметрами распределения. Определены ограничения алгоритма, условия нормального функционирования. Результаты работы планируется использовать для синтеза адаптивной системы текстовой обработки.

Введение

При решении задачи кластеризации рассматривается критерий первичной оптимизации в виде функции среднего риска, определяющего качество решения:

$$R = \sum_{k=1}^{K_p} \int_{S^{(k)}} \|x - b_k\|^2 f(x) dx, \quad (1)$$

где x – входной вектор, K_p – количество кластеров, $b_k, k=1, \dots, K_p$ – вектора центров кластеров, $\| \cdot \|$ определяет норму вектора, $f(x)$ – многомодальная функция распределения, определенная на пространстве признаков задачи, $S^{(k)}$ – область пространства признаков, соответствующая k -му кластеру. Оптимальное решение задачи кластеризации соответствует минимизации функционала (1). Варьируемыми параметрами являются:

- вид областей $S^{(k)}$;
- число кластеров K_p .

Центры областей b_k определяются как средние по подмножеству векторов обучающей выборки, попавших в область $S^{(k)}$.

1. Структурный синтез нейронной сети

В данной работе исследуется последовательный алгоритм синтеза первого слоя нейронной сети переменной структуры. Этот алгоритм основан на постепенном увеличении числа гиперплоскостей, составляющих результирующую кусочно-линейную гиперповерхность, до тех пор пока не будет достигнут минимум R . При этом на каждом шаге происходит минимизация функционала R .

Обозначим пространство признаков задачи Φ_0 . Алгоритм начинается с того, что ищется центр всей обучающей выборки $b_0 = \frac{\sum x}{P}$, где x – вектора выборки, P – их общее количество. Первая гиперплоскость проводится через центр b_0 под произвольным углом. Эта гиперплоскость разбивает пространство признаков Φ_0 на две подобласти Φ_1 и Φ_2 , причем Φ_1 считается собственной областью первого класса, Φ_2 – второго. При этом обучающую выборку L_0 делим на две L_1 и L_2 , состоящие из векторов, попавших в Φ_1 и Φ_2 соответственно. Рассчитывается средний вектор b_1 и b_2 по выборкам L_1 и L_2 соответственно. Подсчитывается дисперсия r_1 и r_2 для каждой области, выбирается максимальный элемент из множества $\{r_1, r_2\}$ и дальнейшему делению подвергается соответствующая подобласть. Предположим, что

$r_1 > r_2$. Тогда, через центр b_1 проводится гиперплоскость. Вычисляем b_{11} и b_{12} , r_{11} и r_{12} . Если $r_{11} + r_{12} < r_1$, тогда введение гиперплоскости улучшает качество кластеризации. В этом случае выборку L_1 разбиваем на L_{11} и L_{12} . Снова выбираем область с максимальной дисперсией, строим гиперплоскость и т.д. В результате имеем набор областей $\Phi_1, \Phi_{ij}, \dots, \Phi_{i,j,k,\dots,t}$, где индексы i, j, k, \dots, t принимают значения 1 и 2. В том случае, если деление данной области не приводит к уменьшению средней функции риска, то соответствующая величина $r_{i,j,k,\dots,t}$ исключается из набора $r_i, r_{ij}, \dots, r_{i,j,k,\dots,t}$, среди которых отыскивается наибольшая величина ошибки. Алгоритм останавливается, когда список $r_i, r_{ij}, \dots, r_{i,j,k,\dots,t}$ исчерпывается.

2. Методология исследования

В данной работе производится оценка эффективности работы представленного алгоритма настройки первого слоя на тестовых сигналах. При этом задаются различные параметры тестовой выборки и производится оценка качества работы алгоритма в каждом случае. Целью экспериментов является:

1. получение зависимостей качества работы алгоритма от характеристик входной выборки;
2. определение ограничений алгоритма по параметрам обучающей выборки;
3. определение чувствительности алгоритма к различным сочетаниям параметров;

Варьируемыми параметрами являются:

1. M – число мод тестового сигнала;
2. Сочетание параметров Δr - расстояние между центрами мод тестового сигнала и σ - среднеквадратическим отклонением векторов внутри каждой моды;
3. P – число векторов в выборке.

В качестве тестового сигнала использовалась совокупность векторов, полученных с помощью процедуры генерации многомодального сигнала (см. п. 3.1.).

Качество алгоритма оценивается с помощью следующих параметров.

Число областей K_p , на которое было разделено пространство признаков задачи. Из сравнения данного показателя с заданным числом мод тестового сигнала можно сделать вывод о точности определения алгоритмом числа классов во входной выборке. **Число нейронов первого слоя N_1** всегда на единицу меньше, чем число K_p .

Величина функционала среднего риска R по завершению процесса настройки сети, а также его динамика.

3. Экспериментальные исследования

3.1. Алгоритм генерации тестовой выборки

В качестве тестовой выборки будем использовать сигнал с числом мод M . Центры мод расположим на гипербиссектрисе (прямая, проведенная в гиперпространстве через начало координат, координаты любой точки которой равны между собой) на одинаковом расстоянии между собой (см. рис. 2) $\Delta r = const$. При этом будем использовать нормальное распределение векторов внутри каждой моды. Вероятность появления векторов каждого класса постоянна и равна $p_k = 1/M$.

Для генерации тестовых векторов использовалась простая формула Бокса-Мюллера, которая позволяет получить совокупность псевдослучайных чисел, закон распределения которых близок к нормальному с параметрами $\mu = 0$, $\sigma = 1$:

$$G = \sqrt{-2 \log U_1} \cos(2\pi U_2). \quad (2)$$

В последней формуле числа U_1 и U_2 , распределены равномерно на интервале $(0, 1]$.

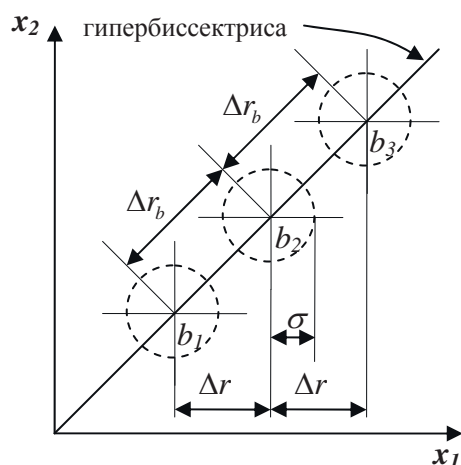


Рис.2. К расчету параметров многомодального распределения

Алгоритм формирования случайного вектора следующий.

1. Вначале определяется номер моды $n=U(M)$, где функция $U(M)$ возвращает случайное число в диапазоне $[0, M-1]$.
2. Далее вычисляют соответствующее значение компонент вектора: $x_i = G \cdot \sigma + \Delta r \cdot n$, $i=1, \dots, N$. В последней формуле осуществляется масштабирование исходного значения случайного числа, полученного по формуле (2) с тем, чтобы оно отвечало требуемому значению среднеквадратического отклонения и математического ожидания для n -ой моды.

Расстояние между центрами вдоль линии гипербиссектрисы $\Delta r_b = \sqrt{N} \Delta r$ является менее удобным параметром, чем Δr , поскольку подвержено влиянию в зависимости от выбранной размерности входного пространства N .

3.2. Исследование требуемого объема выборки для различных сочетаний параметров

В данном эксперименте варьировалось количество векторов P во входной выборке при различных значениях модальности тестового сигнала M .

Эксперимент начинался с выявления достижимого качества кластеризации при заданном M . Такое качество определялось значением H_1 при выборке объемом 50000 векторов. Затем объем выборки постепенно уменьшался до тех пор, пока значение H_1 не изменялось. Объем выборки P , при котором значение H_1 изменялось, фиксировался (см. рис. 3). Эксперимент был проведен для M в диапазоне $[2, 1024]$.

График рис. 3 демонстрирует линейный рост требуемого объема выборки от модальности сигнала.

Полученные значения $P=f(M)$ устойчивы к изменению сочетания параметров Δr и σ в области четкого разделения мод (см. п. 3.3).

Полученную закономерность можно использовать следующим образом. Если в результате работы алгоритма получено число кластеров K_p , большее, чем потенциально возможное значение для выборки данного объема, то можно сделать вывод о нерепрезентативности выборки. Например, если на выборке объемом 6000 получено $K_p=1024$, то выборка нерепрезентативна.

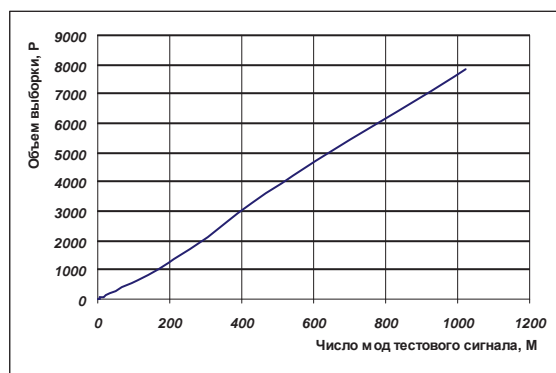


Рис.3. Потребный объем выборки

Репрезентативность выборки также можно оценить с помощью следующей процедуры. Входную выборку разбивают на N подвыборок, производят обучение сети сначала первой, потом второй и т.д., сравнивают результирующее число нейронов в каждом случае, если оно значительно отличается друг от друга, то подвыборки нерепрезентативны.

3.3. Исследование алгоритма при различной модальности тестового сигнала.

Целью данного эксперимента является выяснение зависимостей качества кластеризации от количества мод входного сигнала. Главнейшим показателем при этом является число нейронов H_1 , полученное в результате синтеза первого слоя.

Эксперимент проводился при следующих исходных данных.

1. объем обучающей выборки $P=20000$;
2. расстояние между центрами мод $\Delta r = 3$, рассеяние внутри мод $\sigma = 1$;
3. размерность пространства признаков $N=1024$;
4. количество мод, $M - \text{var}$.

Эксперимент был проведен для всех значений $M=1, \dots, 1024$. На рис. 4 приведен общий график зависимости числа нейронов первого слоя от количества мод тестового сигнала.

Результаты этого эксперимента показывают, что кривая $H_1=f(M)$ демонстрирует наличие ступеньки всякий раз, как число мод приближается к числу, равному целой степени двойки. При этом имеется некоторое насыщение в районе $M=2^n$, при переходе через эту точку снова наблюдается рост числа нейронов до критического, соответствующего очередному значению 2^{n+1} .

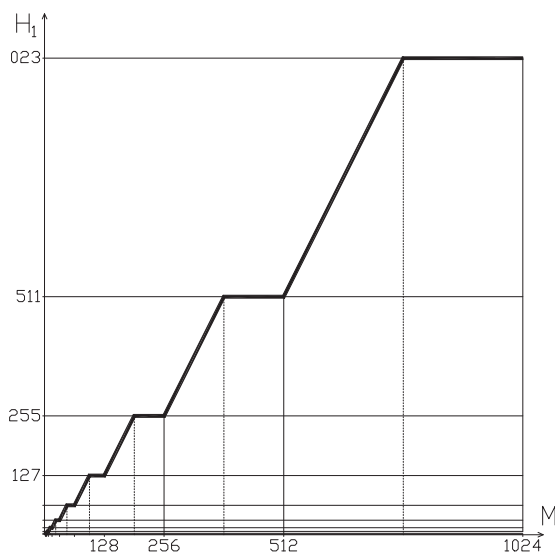


Рис. 4. Количество нейронов первого слоя при заданном числе мод M тестовой выборки

Подобное положение легко объяснить. При $M=2^n$ на каждой итерации деления области в двух полученных подобластях остаются только целые моды (поскольку каждый раз остается только четное число мод). При $M \neq 2^n$ по крайней мере на одной из итераций

производится деление одной из мод тестовой выборки *пополам*, при этом в разные расчетные кластеры попадают половины одной и той же моды. Увеличение числа нейронов и, соответственно, областей, свидетельствует о том, что произошло избыточное деление, связанное с необходимостью компенсации неточности при выборе порога гиперплоскости.

На рис. 5 представлено положение гиперплоскостей при делении двухмерного пространства признаков, содержащего трехмодальное распределение. Первый нейрон (гиперплоскость *I*) разделит пространство на две области (1-2 и 3-4), поделив при этом центральную моду приблизительно пополам. Далее производится деление полученных подобластей. При этом проводятся гиперплоскости *II* и *III*, пространство разделяется на 4 области с помощью 3 нейронов.

При этом области 2 и 3 содержат одну моду, поэтому последующие слои могут объединить выходы нейронов, формирующих эти области с целью формирования правильного решения.

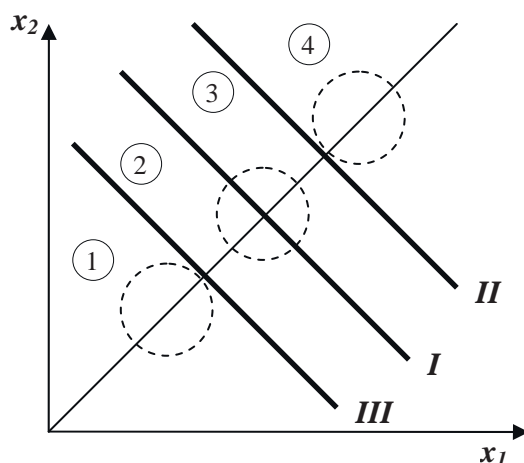


Рис. 5. Положение разделяющих гиперплоскостей при $N=2, M=3, H_1=3$

В случае рис. 5, очевидно объединению будут подвергнуты области 2 и 3, при этом нейрон с разделяющей гиперплоскостью *I* может быть удален из первого слоя.

Точка перегиба графика $H_1=f(M)$ всегда при этом соответствует половине интервала между двумя точками, в которых значение количества мод равно степеням двойки (см. рис. #f1).

3.4. Исследование алгоритма при различной дисперсии тестового сигнала

В данном разделе был проведен эксперимент с целью выяснения чувствительности алгоритма к дисперсии мод входного сигнала. Эксперимент был проведен для $N=1024$, $P=20000$, $\Delta r = 3$ и $\Delta r = 1$ и различным количеством мод M - var.

Для каждой величины M определялось значение H_1 при различных значениях σ , начиная с самых малых, при которых $H_1=H_{opt}$, кончая большими значениями σ , при которых $H_1=0$. Полученная зависимость имеет два важных характерных значения σ :

- пороговое σ_s ;
- критическое σ_p .

Пороговое значение было получено следующим образом. При увеличении σ от нуля с малым шагом ($\Delta\sigma = 0,01$), значение H_1 достаточно долго остается постоянным, однако при некотором σ H_1 изменяется. При таком σ наблюдается искажение результатов кластеризации, которое возникает из-за того, что отдельные моды начинают достаточно сильно пересекаться.

При $M=2^n$ пороговое отклонение точно рассчитывается по формуле:

$$\sigma_s = \frac{\Delta r}{2},$$

для значений $M \neq 2^n$ оно незначительно меньше.

Критическое значение было получено как отклонение, при котором все M мод входного тестового сигнала воспринимаются алгоритмом кластеризации как единая и неделимая мода. При таком отклонении $H_1=0$.

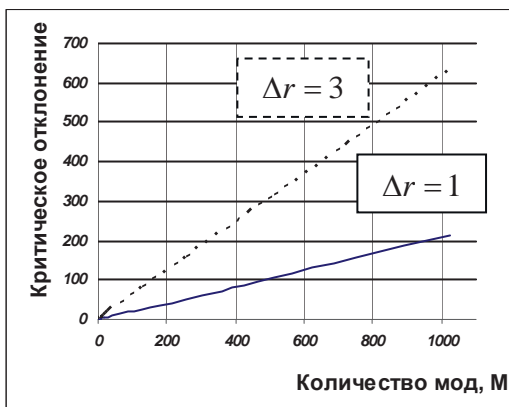


Рис. 6. Критическое отклонение в зависимости от числа мод.

Как видно из рис. 6 представленная характеристика имеет ярко выраженную линейную зависимость от модальности сигнала.

Литература

1. А.И. Галушкин. Нейрокомпьютеры и их применение. Книга 1: Теория нейронных сетей. - М., ИПРЖР, 2000.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ФАЗОВОГО ПОРТРЕТА СИСТЕМЫ ТЕПЛООБМЕНА

Никульчев Е. В., Волович М. Е.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Мызыкин С. Н.

Московская государственная академия приборостроения и информатики, г. Москва,
Россия

STATE SPACE RECONSTRUCTION OF HEAT EXCHANGER

Nikulchev E.V., Volovich M. E.

Scientific : Dr. Sci. (Eng), Prof. Muzykin S. N.

Moscow State Academy of Instrument Engineering and Computer Science, Moscow, Russian
e-mail: nikulchev@mail.ru, mvolovich@rumail.org

Аннотация

Работа посвящена разработки алгоритмов построения динамической модели и реконструкции фазового пространства процесса теплообмена по наблюдаемым данным.

Abstract

This work is about a development of algorithms which solve the problem of identification of dynamical systems and state space reconstruction of heat exchanger from a time series.

Проблема идентификации является одной из основных проблем теории и практики управления. Для анализа сложных систем у исследователя, как правило, имеется в наличии значения только одного выходного параметра, полученного в результате эксперимента, тогда как для получения динамических характеристик требуется иметь модель в пространстве состояний.

В докладе на примере системы теплообмена представляется разработанный комплекс программно–математических средств, позволяющих решать задачу идентификации фазового портрета и аттрактора нелинейных динамических систем с заданным уровнем точности и производить оценки инвариантных характеристик системы.

Рассматривается система теплообмена в установившемся режиме, выходом которой является температурный процесс, измеряемый соответствующим датчиком. Одна из реализаций представлена на рис. 1.

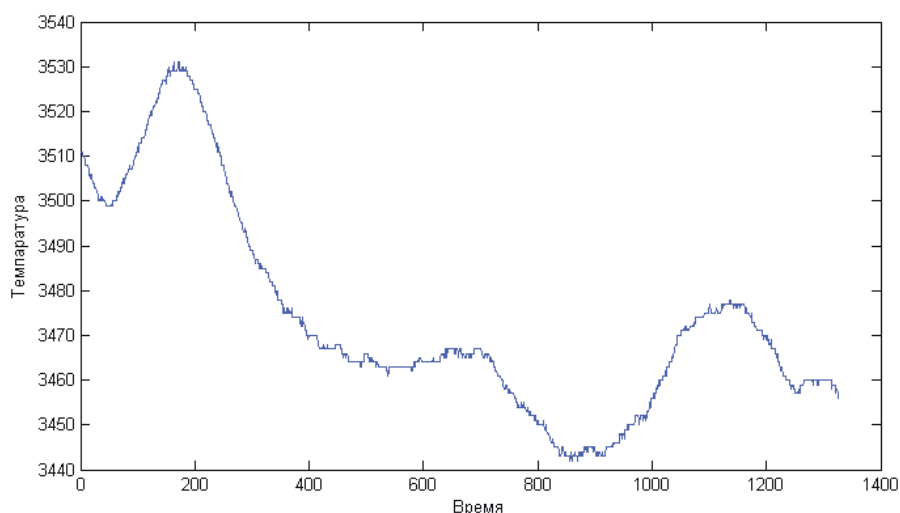


Рис. 1. Выходной процесс системы теплообмена.

Пусть изменение процесса определяется динамическими дискретными уравнениями в пространстве состояний

$$\begin{aligned} \mathbf{x}(t+1) &= F(\mathbf{x}(t)), \\ y &= Q(x(t)), \end{aligned} \quad (1)$$

где $\mathbf{x}(t)$ — n -мерный вектор состояний системы; $y(t)$ — измеряемый (выходной) процесс; t — дискретное время, F, Q — нелинейные операторы.

Если линеаризовать уравнение (1) в окрестности траектории движения, то получается соотношение

$$\begin{aligned} \mathbf{x}(t+1) &= A\mathbf{x}(t), \\ y(t) &= C\mathbf{x}(t). \end{aligned}$$

Здесь C — матрица размерности $(1 \times n)$; $A = \frac{d}{d\mathbf{x}} F(\mathbf{x}, t)$ — матрица Якоби размерности $(n \times n)$, которая определяет свойства устойчивости траектории.

Необходимо построить фазовую траекторию системы, определить характер устойчивости (неустойчивости).

Состояния, к которым стремится система при изменении внешних параметров называются точками притяжения (множеством притяжения). Минимальное притягивающее множество, к которым стремятся почти все траектории, называется аттрактором. Для построения аттрактора системы по экспериментальным данным можно использовать метод Паккарда [1].

Согласно теореме Такенса [2], найдется векторная функция Λ , отображающая пространство состояний системы в евклидово пространство размерности m :

$$\mathbf{z}_i = \Lambda(\mathbf{x}_i), \quad \mathbf{z}_i \in \mathbf{R}^m,$$

При этом характеристики обеих систем являются инвариантными, что позволяет определять их по экспериментальным данным, не зная всех переменных динамической системы. Определять размерность m можно например, методами теории симметрий [3].

Для нахождения векторов \mathbf{z}_i пространства \mathbf{R}^m по временному ряду, Паккардом было предложено использовать векторы, получаемые из элементов ряда по тому же принципу, что и в задачах авторегрессии:

$$\mathbf{z}_i = \{x_i, x_{i+1}, \dots, x_{i+m-1}\}^T,$$

или

$$\mathbf{z}_i = \{x(t), x(t + \tau), \dots, x(t + (m-1)\tau)\}^T,$$

где x_i — i -й элемент временного ряда, m — размерность пространства вложения.

Полученная в результате реконструкции траектория не должна содержать самопересечений, однако, самопересечений в массиве дискретных точек \mathbf{z} , скорее всего никогда не будет, поэтому ищут так называемых «ложных близких соседей» — пары векторов, которые оказались близкими в реконструкции, но их прообразы находились далеко [1]. Иными словами, пусть $\mathbf{z}_i^{(m)}$ и $\mathbf{z}_j^{(m)}$ — два близких соседа в реконструкции размерности m , а $\mathbf{z}_i^{(m+1)}$ и $\mathbf{z}_j^{(m+1)}$ соответствуют им в реконструкции размерности $m+1$. Если имеем дело с истинно близкими соседями, то они чаще всего будут близки в обеих реконструкциях (редкие исключения возможны из-за особенностей исследуемой динамической системы). В то же время ложные соседи в реконструкции m , превращаются в отдаленных с ростом размерности, т. е. ложные ближайшие соседи — это пары, для которых $\|\mathbf{z}_i^{(m)} - \mathbf{z}_j^{(m)}\|$ мало, а $\|\mathbf{z}_i^{(m+1)} - \mathbf{z}_j^{(m+1)}\|$ — нет

Для определения оптимального значения времени задержки τ применяется методика [4], основанная на теории информации, использующая первый минимум взаимной информации для x_i и x_{i+1} . По временному ряду строятся гистограммы, аппроксимирующие распределения x_i и x_{i+1} , совместное распределение x_i и x_{i+1} . На основании гистограммам рассчитываются энтропии и взаимная информация

$$S = -\sum_{i,j} p_{ij}(\tau) \log_2 \frac{p_{ij}(\tau)}{p_i p_j},$$

где p_i — вероятность нахождения точки в i -том интервале; $p_{ij}(\tau)$ — совместная вероятность, попадания x_i в i -й интервал и попадания x_{i+1} в j -й.

Для построения аттрактора необходимо провести фильтрацию. Используется следующий метод [5, 6]. Для каждого вектора \mathbf{z}_i полученной реконструкции вычисляются ближайшие соседи такие, что $\|\mathbf{z}_i - \mathbf{z}_j\| < \varepsilon$. Величина ε задается исходя из априорных оценок величины шума или путем последовательного приближения. Для каждого вектора $\mathbf{z}_i = \{x_i, x_{i+1}, \dots, x_{i+m-1}\}^T$ скорректированное значение \mathbf{z}^* вычисляется усреднением по всем \mathbf{z}' ближайшим соседям:

$$\mathbf{z}^* = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \mathbf{z}'_k.$$

После полного прохода по всем точкам реконструированной траектории все точки кроме первых и последних $(m-1)/2$ точек будут скорректированы.

Результат построения аттрактора для системы теплообмена представлен на рис. 2 и 3 (аттрактор показан с разных ракурсов). Для системы теплообмена размерность минимального фазового пространства равно 3. Время задержки $\tau = 21$.

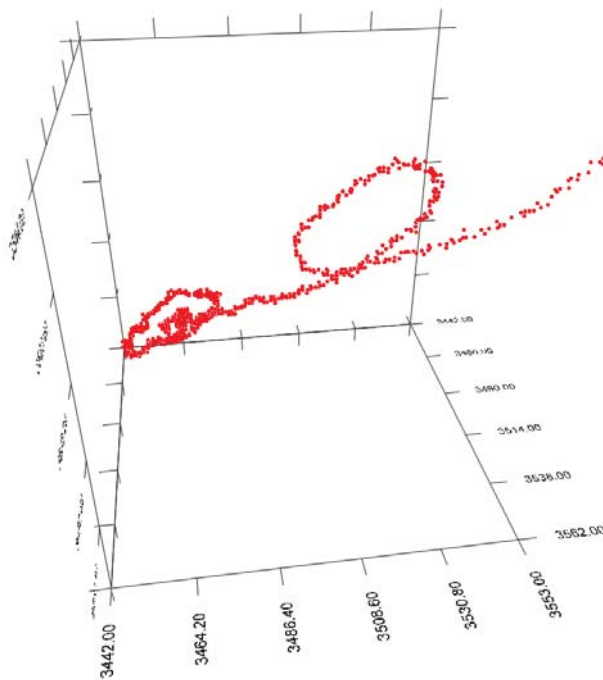


Рис. 2. Реконструированный портрет системы теплообмена.

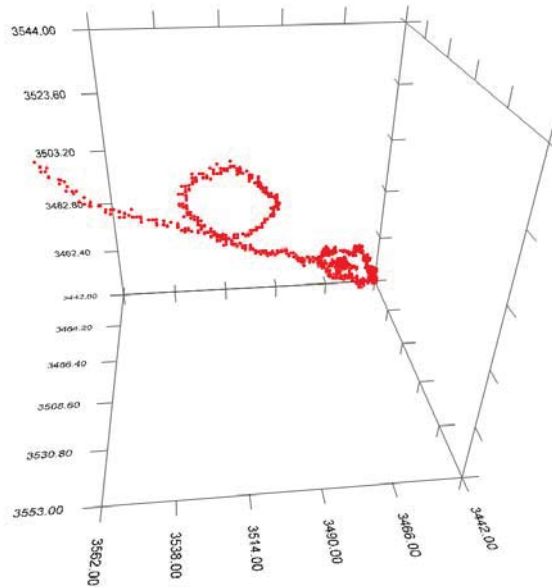


Рис. 3. Реконструированный аттрактор системы теплообмена.

Результаты и выводы:

1. В докладе построена технология реконструкции фазовых портретов нелинейных динамических моделей.
2. Разработанная технология применена к задаче моделирования системы теплообмена. Полученный результат согласуется с известным решением [7].
3. Реконструированный фазовый портрет позволяет судить о нелинейности поведения системы и выделить аттрактор, представляющий собой предельный цикл, к которому стремится траектория движения системы при различных начальных условиях.
4. На основании результатов можно построить модель системы (1), проводить различные исследования и эксперименты.

Литература

1. Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б. Современные проблемы нелинейной динамики. — М: Эдиториал УРСС, 2000. — 336 с.
2. Takens F. Detecting strange attractors in turbulence // Lectures Notes in Mathematics.— Springer. — 1985. — P. 99–106.
3. Никульчев Е. В. Идентификация динамических систем на основе групп симметрий // Материалы межд. конф. молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям. — Новосибирск: ИВТ СО РАН, 2002. — С. 33.
4. Schreiber T. Extremely simple nonlinear noise reduction method // Phys. Rev. E47. — 1993. — P. 2401.
5. Fraser A. M., Swinney H. L. Independent coordinates for strange attractors from mutual information // Phys. Rev. A. 33. — 1986. — P. 1131–1140.
6. Волович М. Е. Программные средства и алгоритмы идентификации и исследования динамических систем по временным рядам // Информационные технологии в науке и образовании: Материалы 2-ой Межд. науч.-практ. конференции. — Шахты: ЮРГУЭС, 2001. — С. 44 – 46.
7. Никульчев Е. В. Технология автоматизированного расчета параметров регулирования технологическими процессами // Промышленные АСУ и контроллеры. — 2001. — №11. — С. 23–26.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ПРИ ИМПУЛЬСНЫХ ИЗМЕРЕНИЯХ.

Бутина А.В.

Научный Руководитель: профессор Шахнов В.А.

Кафедра ИУ4, МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия

DIE BEURTEILUNG DES EINFLUßES DER MESSLINIEN BEI DEN IMPULSMESSEN.

Butina A.V.

Wissenschaftlicher Leiter: Professor Schahnov V.A.

Katheder IU4, MSTU von Bauman, Moskau, Rußland

e-mail: putinka@yandex.ru, <http://www.putinka.narod.ru>

Аннотация

Разработан метод прогнозирования реакции объектов, которые могут быть представлены в виде эквивалентной линейной системы с постоянными коэффициентами, на возмущающие воздействия заданной формы. В программе расчетов используются методы частотного анализа, основанные на вычислении передаточной характеристики системы, эквивалентной объекту, с помощью прямого и обратного преобразований Лапласа.

Die Inhaltsangabe

In der Arbeit ist die Methode der Prognostizierung der Reaktion der Objekte (die als das äquivalente lineare System mit den konstanten Koeffizienten vorgestellt sein können) auf die empörenden Einwirkungen der aufgegebenen Form entwickelt. Im Rechnungsprogramm werden die Methoden der Häufigkeitsanalyse verwendet, die auf der Berechnung der Übertragungscharakteristik des Systemes, äquivalent dem Objekt, mit Hilfe von den direkten und rückgängigen Transformationen gegründet sind.

Большинство изделий электронной техники с достаточной для инженерных расчетов точностью может быть представлено в виде линейной эквивалентной системы, передаточная функция которой отражает взаимно однозначное соответствие между амплитудно-временными характеристиками возмущающего воздействия и их реакцией. Вследствие этого, для описания переходных процессов в ИЭТ может быть применен математический аппарат частотного анализа, основанный на использовании прямого и обратного преобразований Лапласа. Для прогнозирования импульсной реакции ИЭТ на возмущения с заданными амплитудно-временными характеристиками используются экспериментальные результаты, содержащие амплитудно-временные характеристики реально полученных возмущающих воздействий $\{x(t)\}$ и соответствующие отклики испытываемых объектов $\{y(t)\}$.

В соответствии с теорией частотного анализа, каждой линейной системе может быть противопоставлена некоторая передаточная функция $W_g(j\omega)$, определяющая взаимосвязь отклика системы $Y_s(j\omega)$ на возмущающее воздействие $X_s(j\omega)$, где

$$W_g(j\omega) = Y_s(j\omega) / X_s(j\omega).$$

Для заданного воздействия $X_{зад}(j\omega)$ отклик линейной системы может быть определен как

$$Y_{зад}(j\omega) = W_g(j\omega) * X_{зад}(j\omega).$$

Для представления функции $f(t)$ в операторном виде $F(j\omega)$ с вещественной $P(\omega)$ и мнимой $Q(\omega)$ частями ($F(j\omega) = P(\omega) + j Q(\omega)$) может быть использован метод трапецеидального разложения [1], согласно которому :

$$P(\omega) = \sum_{i=1}^n f_{oi} t_i \left(\frac{\sin \omega t_i}{\omega t_i} \right) \left(\frac{\sin \omega \Delta_i}{\omega \Delta_i} \right)$$

$$Q(\omega) = \sum_{i=1}^n \left[\frac{f_{oi}}{\omega} - f_{oi} t_i \left(\frac{\cos \omega t_i}{\omega t_i} \right) \right] \left(\frac{\sin \omega \Delta_i}{\omega \Delta_i} \right),$$

где f_{oi}, t_i, Δ_i - соответствующие части элементарной трапеции $f_i(t)$.

Таким образом может быть получено изображение

$$Y_{\text{зад}}(j\omega) = P_{\text{зад.у}}(\omega) + jQ_{\text{зад.у}}(\omega)$$

Применив обратное преобразование Лапласа к изображению, получим оригинал - расчетный отклик $y_{\text{зад}}(t)$ эквивалентной системы на возмущающее воздействие $x_{\text{зад}}(t)$:

$$y_{\text{зад}}(t) = -\frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} [\omega Q_{\text{зад.у}}(\omega)] \frac{\sin \omega t}{\omega} dt. \quad ([1], \text{стр.425 -форм. XII.187})$$

Для восстановления оригинала используется только мнимая часть спектральной характеристики изображения прогнозируемого сигнала.

Практическая реализация приведенного алгоритма позволила создать программу "MES", которая формализует следующие этапы вычислений.

1. Определяют экспериментальную реакцию объекта испытаний $x_3(t)$ при воздействии возмущающего импульса моделирующей установки $P_3(t)$.
2. Проводят кусочно-линейную аппроксимацию на всем протяжении полученных экспериментальных зависимостей $x_3(t)$, $P_3(t)$ и прогнозируемого воздействия $P_{\text{пр}}(t)$ и записывают результат аппроксимации в соответствующие матрицы A_1, A_2 и A_3 :

$$\|A_1\| = \left\| \begin{array}{cccc} a_0 & a_1 & \dots & a_{n+1} \\ t_0 & t_1 & \dots & t_{n+1} \end{array} \right\|$$

где a_i - ордината точки перегиба аппроксимирующей ломаной линии ($a_0 = a_{n+1} = 0$),
 t_i - соответствующая временная отметка по оси абсцисс.

Аналогично получают матрицы A_2 и A_3 . В общем случае количество отрезков при кусочно-линейной аппроксимации $x_3(t)$, $P_3(t)$, $P_{\text{пр}}(t)$ может быть различным.

3. Матрицы A_1, A_2 и A_3 преобразуются в матрицы B_1, B_2, B_3 :

$$\|B_1\| = \left\| \begin{array}{ccc} \alpha_i = a_i - a_{i+1} & \bar{t}_i = \frac{t_i + t_{i-1}}{2} & \Delta_i = \frac{t_i + t_{i-1}}{2} \end{array} \right\|$$

Аналогично получаем матрицы B_2, B_3 .

4. Используя матрицы B_1, B_2, B_3 вычисляют для каждого из сигналов $x_3(t)$, $P_3(t)$, $P_{\text{пр}}(t)$ вещественную и мнимую составляющие спектров:

$$P(\omega) = \sum_{i=1}^n \alpha_i \bar{t}_i \left(\frac{\sin \omega \bar{t}_i}{\omega \bar{t}_i} \right) \left(\frac{\sin \omega \Delta_i}{\omega \Delta_i} \right)$$

$$Q(\omega) = \sum_{i=1}^n \left[\frac{\alpha_i}{\omega} - \alpha_i \bar{t}_i \left(\frac{\cos \omega \bar{t}_i}{\omega \bar{t}_i} \right) \right] \left(\frac{\sin \omega \Delta_i}{\omega \Delta_i} \right)$$

5. Рассчитывают по приведенным выше формулам мнимую часть $Q_{\text{зад.у}}(\omega)$ составляющей изображения прогнозируемого сигнала $Y_{\text{зад}}(j\omega)$.
6. Восстанавливают оригинал отклика $y_{\text{зад}}(t)$ эквивалентной системы на возмущающее воздействие $x_{\text{зад}}(t)$:

$$y_{\text{зад}}(t) = -\frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} [\omega Q_{\text{зад.у}}(\omega)] \frac{\sin \omega t}{\omega} dt.$$

Практика проведения расчетов по приведенному выше алгоритму показала, что для получения корректных результатов по программе "MES" необходимо осуществлять правильный выбор частотного диапазона ($\omega_{\min}, \omega_{\max}$) и числа точек этого диапазона, для которых проводится расчет по п.п.4,5. Верхняя и нижняя границы диапазонов определяют степень частотных искажений, а число точек счета в выбранном частотном диапазоне - точность прогноза. Удовлетворительные результаты при расчетах могут быть получены при выборе границ частотного диапазона из соотношений:

$$\omega_{\min} = 0,3 / \max \{ \max (\bar{t}_i, \Delta_i) \},$$

$$\omega_{\max} = 3,0 / \min \{ \min (\bar{t}_i, \Delta_i) \},$$

определенных с учетом содержимого всех матриц B_1, B_2, B_3 . При выборе числа промежуточных расчетных точек частотного диапазона ($\omega_{\min}, \omega_{\max}$) следует руководствоваться требуемой точностью прогноза и производительностью компьютера, используемого для проведения расчетов.

При выборе границ временного интервала при восстановлении оригинала $y_{\text{зад}}(t)$ прогнозируемой реакции следует использовать результаты предварительных оценочных расчетов. Количество промежуточных точек при восстановлении оригинала может быть согласовано с количеством промежуточных точек выбранного ранее частотного диапазона.

С целью исключения влияния погрешности получения экспериментальных данных, тестирование программы "MES" может быть проведено следующим образом. В качестве подобия экспериментальных данных $\{x(t)\}$ и $\{y(t)\}$ могут быть использованы сигналы, для которых известна их формализованная взаимосвязь, которая позволяет получить аналитическую зависимость реакции эквивалентной объекту системы и для возмущающего воздействия, для которого делается прогноз. Степень подобия рассчитанной реакции с помощью программы "MES" по отношению к аналитически предсказанной может служить критерием оценки точности прогнозирования и правильности выбора частотного диапазона ($\omega_{\min}, \omega_{\max}$) и количества промежуточных точек.

Для иллюстрации в качестве возмущающего воздействия и реакции эквивалентной системы используем одинаковый сигнал трапециевидной формы, а в качестве прогнозируемой реакции эквивалентной системы выберем реакцию на возмущающее воздействие треугольной формы. Согласно этим исходным данным в результате прогноза мы должны получить отклик системы, повторяющий форму прогнозируемого воздействия (рис.1.).

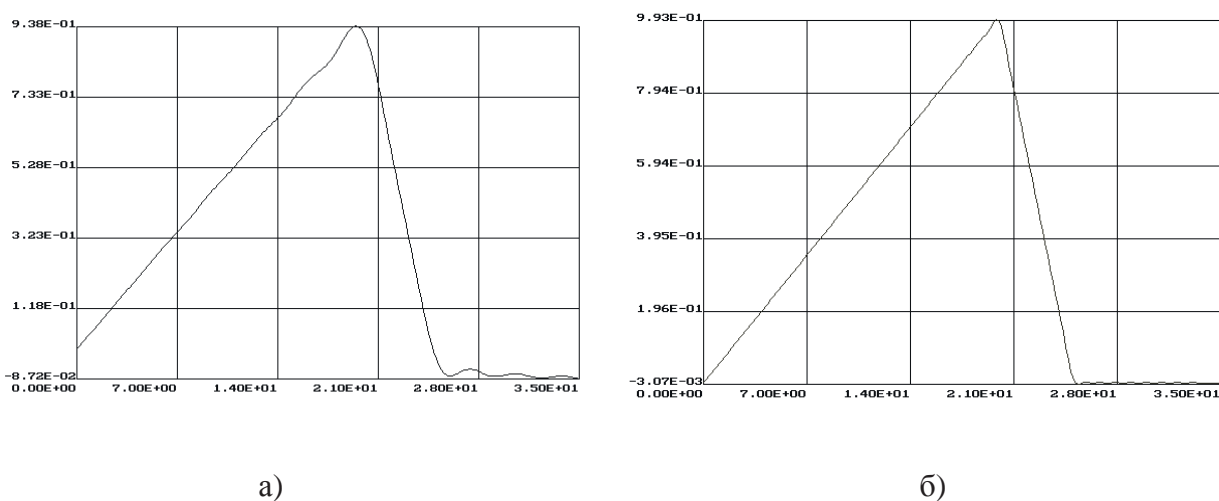


Рис.1. Расчетная реакция эквивалентной системы на возмущающее воздействие треугольной формы.

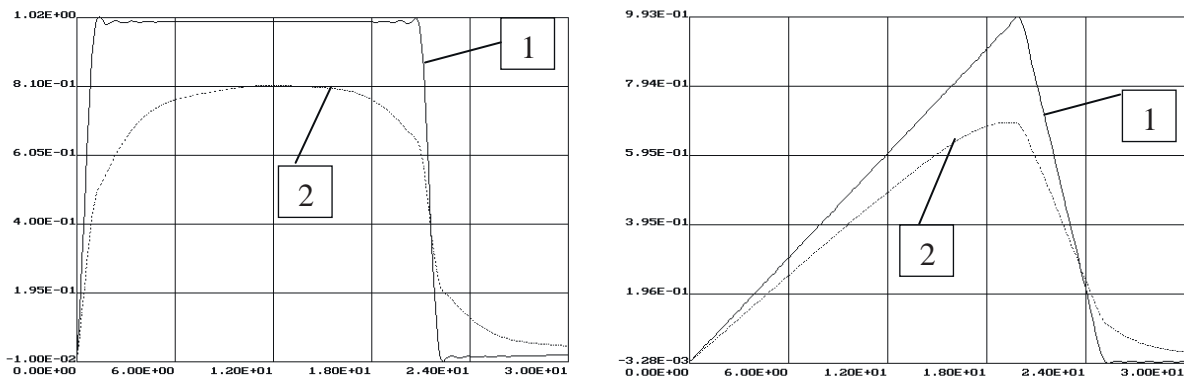
$$(a - \omega_{\min} = 1,0 / \max \{ \max (\bar{t}_i, \Delta_i) \}, \omega_{\max} = 1,0 / \min \{ \min (\bar{t}_i, \Delta_i) \}, \bar{b} - \omega_{\min} = 0,3 / \max \{ \max (\bar{t}_i, \Delta_i) \}, \omega_{\max} = 3,0 / \min \{ \min (\bar{t}_i, \Delta_i) \},)$$

При проведении расчетов по программе «MES» число промежуточных точек частотного диапазона было равно 200 и при свертке прогнозируемой реакции – 200. Полное время работы программы, соответственно, составило 12 сек. при использовании персонального компьютера на базе CPU Celeron 600 FCPGA BOX.

При расчетах формы отклика по программе «MES» максимальная систематическая погрешность для первого случая расчетов (рис.1а) составляет около 8 % , а для более широкого частотного диапазона (рис.1б) - менее 1 % , что вполне удовлетворяет требованиям к проведению инженерных расчетов.

Кроме указанного применения разработанная программа может быть использована для анализа искажений импульсных сигналов, вызванных влиянием линий связи.

Так, например, при заданных АЧХ линий связи по входному сигналу может быть рассчитана форма сигнала на выходе линии связи и наоборот, что важно при проведении дистанционных измерений широкополосных сигналов при протяженных линиях связи (длиной 10-20м). На рис.2 показано влияние неравномерности АЧХ радиочастотных кабелей РК50-3-21 [2] на форму передаваемого сигнала трапецевидной и треугольной формы.



а)

б)

Рис.2. Импульсные сигналы на входе (1) и выходе (2) измерительной линии длиной 15 м (кабель РК50-3-21) для трапецевидной (а) и треугольной (б) формы входных сигналов.

Тем самым показано, что наличие измерительной линии может вносить существенную систематическую погрешность в получаемые результаты. Величина систематической погрешности зависит от формы передаваемого сигнала и АЧХ измерительной линии. Эта погрешность не может быть учтена простым введением поправочных коэффициентов, поскольку искажается не только амплитуда, но и форма импульсной реакции. Данная систематическая погрешность может быть исключена только введением спектральной зависимости коэффициента затухания измерительных линий и анализа спектрального состава импульсных сигналов.

Литература

1. Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование. Теория и элементы систем. Учебник для вузов. Изд. 4-е, перераб. и доп., М., "Машиностроение", 1978 г, с.425.
2. Белоруссов Н. И. и Гроднев И. И. Радиочастотные кабели. Учебное пособие для техникумов. Изд. 3-е, переработанное, М., "Энергия", 1973 г.,328 с.

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЛАНЕТАРНО-ВАЛЬЦЕВОГО ЭКСТРУДЕРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Козлов А.В.

Научный руководитель: д.т.н., профesso, Чистякова Т.Б.

Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет), г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

THE PROGRAM COMPLEX OF MATHEMATICAL MODELING OF PLANETARY ROLLER EXTRUDER FOR QUALITY CONTROL OF POLIMERIC MATERIALS

Kozlov A.V.

Scientific supervisor: doctor of the technical science, professor Chistyakova T.B.

Saint-Petersburg state institute of technology (technical university),

Saint-Petersburg, Russian Federation

E-mail: avkozlov@rbcmail.ru

Аннотация

Разработан программный комплекс, предназначенный для решения задачи автоматизированного управления планетарно-вальцевыми экструдерами. Программа перенастраивается на производительность и тип перерабатываемого полимера. Комплекс позволяет рассчитать выходные параметры процесса переработки полимерных материалов, показатели качества расплава полимера и удельное энергопотребление в зоне транспортировки расплава экструдера. Полученная информация необходима для эффективного управления процессом экструзии и позволяет повысить качество полимерных материалов.

Abstract

The program complex intended for decision of computer-aided control problem of planetary roller extruders is developed. The program is adopted to output and type of processed polymer. The complex allows to calculate output parameters of polymeric material processing, quality indexes of polymer melt and specific power consumption in melt conveying zone of extruder. The obtained information is necessary for effective extrusion process control and allows to improve quality of polymeric materials.

Планетарные (планетарно-вальцевые) экструдеры, важнейшей областью применения которых является питание каландров пластифицированным и жестким поливинилхлоридом, являются многошнековыми смесителями-пластикаторами непрерывного действия. В зонах пластикации и транспортировки расплава в зацеплении с центральным шнеком находятся несколько планетарных червяков, которые в свою очередь сопрягаются с внутренней нарезкой цилиндрического корпуса экструдера. Когда центральный шнек приводится во вращение, малые червяки, которые не имеют опор, свободно вращаются между корпусом агрегата и центральным шнеком. В результате обеспечивается хорошее транспортирование в зоне дозирования, а также самоочистка системы. Полимер в многочисленных зазорах зацеплений эффективно перемешивается, пластицируется и гомогенизируется [1].

Переработка полимерных материалов в экструдере вызывает трудности ввиду высокой

чувствительности полимера к нагреву. Результатом термического воздействия может являться перегрев полимера и его термодеструкция. Обычно деструкция полимера проявляется в изменении цвета и ухудшении механических свойств пленки, а также в появлении на ее поверхности деструкционных полос и других дефектов, что недопустимо вследствие требований, предъявляемых покупателями к качеству пленки.

Недостаточность информации о процессе и невозможность измерения и контроля ряда показателей приводят к ситуации, когда, при изменении задания на управление (то есть при переходе каландровой линии на новую рецептуру пленки или производительность), оператор вынужден принимать решения, основываясь на своем опыте. Такая ситуация ведет к повышению экономических затрат на энергию и материалы, а при изменении задания на управление – к увеличению времени перенастройки системы управления, в течение которого линия производит брак. Поэтому реализация оптимальной перенастройки каландровой линии на новое задание вызывает необходимость совершенствования существующих систем управления, чтобы на базе математической модели процесса осуществлялось прогнозирование качества продукта и оперативная перенастройка на новое задание.

Для получения высококачественного пластика на выходе экструдера необходимо к полимерному материалу подвести определенное количество энергии и обеспечить время пребывания $\bar{\tau}$, достаточное для прогрева и гомогенизации смеси. Однако слишком большое время пребывания приводит к неоднородности смеси (наблюдается широкий спектр времен пребывания) и к опасности термической деструкции полимера (часть материала дольше находится при повышенных температурах). При уменьшении же времени пребывания возникает проблема неполной пластикации композиции, и наблюдаются порошкообразные включения в кусках экструдата. Временем пребывания управляют путем изменения управляющих воздействий: скорости вращения шнека загрузочной воронки (то есть скорости подачи сырья) N_f и частоты вращения главного шнека экструдера N . Таким образом, решением задачи управления является определение оптимальных значений вектора управляющих воздействий экструдера: $U = \{N_f, N\}$.

Наиболее эффективным с энергетической точки зрения является экструдер с наименьшим удельным расходом мощности электродвигателя при условии, что получаемый пластикат обладает требуемой степенью температурной и реологической однородности и не содержит следов термодеструкции. Поэтому в качестве критерия оптимального управления выбрано удельное энергопотребление материала W – мощность привода шнека, необходимая для пластикации и гомогенизации одного килограмма материала, кВт/кг.

Процесс переработки полимерного материала в планетарном экструдере описывается векторами входных X и выходных Y переменных. Вектор входных переменных $X = \{Q, TM, PM, TE, T_b, T_{scr}\}$, где Q – массовая производительность экструдера; TM – тип перерабатываемого полимерного материала; $PM = \{\text{параметры, характеризующие свойства материала, параметры термодеструкции полимера}\}$; $TE = \{D, m, L_p, d, \varphi\}$ – тип экструдера; D – диаметр главного шнека; m – количество планетарных шнеков; L_p – длина планетарной секции; d – диаметр планетарного шнека; φ – угол нарезки элементов планетарной секции, равный 45° ; T_b и T_{scr} – температура корпуса и главного шнека.

Вектор выходных переменных $Y = \{T(l), P(l), \eta(l), QM, W\}$, где $T(l)$ – профиль температуры расплава (l – осевая длина шнека); $P(l)$ – профиль давления материала; $\eta(l)$ – профиль вязкости расплава; QM – показатели качества материала: $I_d = I_d(\bar{\tau})$ – индекс термодеструкции; $\bar{\gamma} = \bar{\gamma}(\bar{\tau})$ – средняя степень смешения в канале шнека, оцениваемая по величине накапливаемой расплавом среднemasсовой деформации сдвига (определяет однородность материала по температуре).

Исходя из вышесказанного, можно сформулировать следующую постановку задачи

управления планетарным экструдером: при переходе на новый тип сырья TM и (или) производительность Q определить оптимальные значения управляющих воздействий экструдера $U^{opt} = \{N_f^{opt}, N^{opt}\} \in U_0$, обеспечивающие минимум удельного энергопотребления материала $W_0(U^{opt}, X, Y) = \min_{varU} W(U, X, Y)$ при выполнении соответствующих условий, накладываемых на качество пластика на выходе планетарного экструдера: $\bar{\gamma} \geq \bar{\gamma}_0, T^{min} \leq T(L) \leq T^{max}, \eta^{min} \leq \eta(L) \leq \eta^{max}, I_d \leq I_d^{max}$. Здесь U_0 – множество допустимых значений управляющих переменных; $\bar{\gamma}_0$ – критическое значение степени смешения, ниже которого пластикат не обладает однородностью; T^{min}, T^{max} и η^{min}, η^{max} – максимально допустимые колебания температуры и вязкости по сечению выходящего пластика; L – длина экструдера.

Программный комплекс предназначен для решения поставленной выше задачи автоматизированного управления планетарно-вальцевыми экструдерами. Удобство работы с программой обеспечивает пользовательский интерфейс. Комплекс состоит из отдельных программных блоков, что позволяет модернизировать отдельные блоки и расширять функциональность системы. В состав блоков входят: модуль настройки комплекса на тип рецептуры и технологический режим экструдера; структурную и кинематическую модель экструдера, наглядно отображающую сложное движение планетарной системы шнеков; справочно-информационную подсистему свойств полимеров и конструктивных характеристик экструдера, которая предоставляет справочную информацию об экструдере в виде иллюстраций и таблиц, что способствует повышению эффективности работы с комплексом; базы данных свойств полимеров, конструктивных и технологических параметров экструдера; модуль решения математической модели зоны транспортировки расплава. Математическая модель, для численного решения уравнений которой используется метод конечных разностей, является важнейшей частью комплекса. Она позволяет рассчитать основные параметры процесса и показатели качества конечной продукции, учитывая конструктивные особенности экструдера, аномалию вязкости материала, неизотермичность процесса [2]. Структура комплекса представлена на рис. 1.

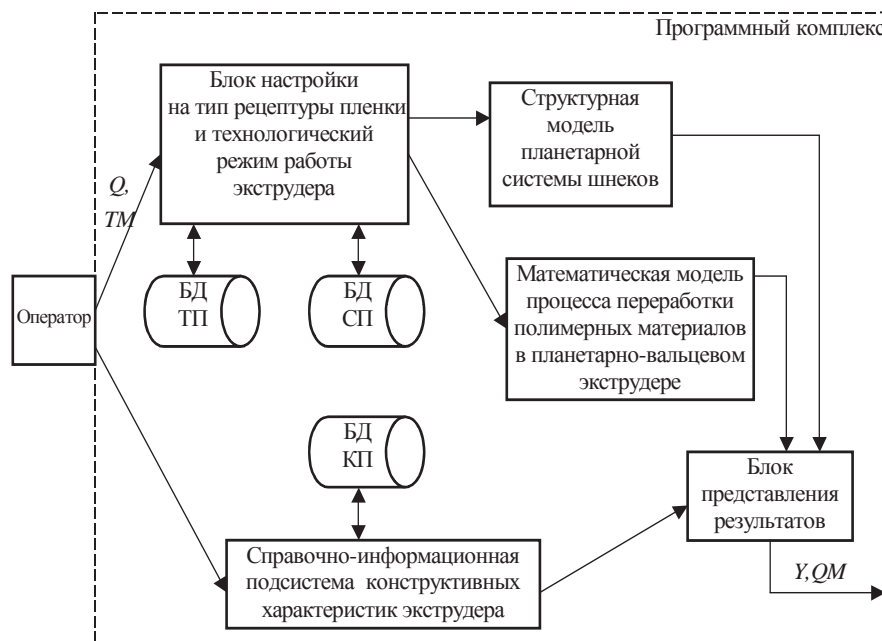


Рис. 1 Структура программного комплекса

При перенастройке каландровой линии задачей усовершенствованной системы управления, в которую входит данный программный комплекс, является выработка совета оператору для установления оптимальных значений управляющих воздействий, а также прогнозирование показателей, характеризующих качество пленки. Это позволяет сократить время перехода каландровой линии на новое задание, что приводит к увеличению производительности и сокращению брака на выходе линии при сохранении или повышении качества и стабильности характеристик полимерных материалов.

Литература

1. Limper A., Seibel S., Fattmann G. //Macromolecular materials and engineering. – 2002. - V.287,№9. –S.815 – 823.
2. Козлов А.В. и др. // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-15: Сб. тр. XV Междунар. науч. конф. Тамбов, 2002. Т. 3. С. 20 – 22.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИСКРЕТНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДЕТАЛЕЙ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ С ПОЗИЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НАСЛЕДОВАНИЯ

Патраков Д. Н.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Курицына В.В.

«МАТИ» - Российский государственный технологический университет

им. К. Э. Циолковского, г. Москва

MODELLING OF DISCRETE TECHNOLOGICAL SYSTEMS IN MANUFACTURE OF DETAILS OF SPACE TECHNICS(TECHNICAL EQUIPMENT) FROM THE POSITION OF TECHNOLOGICAL INHERITANCE

Patrakov D.N.

The supervisor of studies: Kuritsyna V.V.

«МАТИ» - the Russian state technological university named by K.E.Tsiolkovsky, Moscow

E-mail : Kuritzyna@akkt.mati.ru , dima615@rambler.ru

Аннотация

Работа посвящена аспектам моделирования системы технологического обеспечения параметров качества рабочих поверхностей ответственных деталей техники. Рассмотрена методика построения имитационных моделей технологических систем в среде Matlab Simulink.

Abstract

The technique of construction of imitating models of technological systems in environment Matlab Simulink is considered. The technique of information filling of imitating model of discrete technological systems and capabilities of control of output parameters of technological processes is offered with the purpose of optimization of technological systems.

Повышение надежности высокоточных изделий машиностроения связаны с расширением исследований физических и технологических причин их отказов. Анализ отказов машин выявил следующие причины, связанные с технологией их изготовления:

- **необоснованные технические условия на параметры технологического процесса;**
- **недостаточный запас надежности технологического процесса по параметрам качества;**
- **недостаточная технологическая надежность оборудования;**
- **игнорирование явления технологического наследования, приводящее к проявлению различных побочных явлений.**

Эволюция параметров качества поверхностных слоев деталей в процессе их изготовления наилучшим образом объясняется явлением технологического наследования. Современная конструкторско-технологическая подготовка производства предполагает возможность исследования множества вариантов технических решений, повышение стабильности и надежности технологических систем.

Применение автоматизированных систем в технологическом проектировании и моделировании имеет свою специфику, которая заключается в том, что качество проектирования определяется в первую очередь качеством исходной информации (алгоритмы, количественные модели физических процессов, имеющих место при обработке, базы данных и т.д.), которая является результатом технологических исследований.

Основное требование к методам технологических исследований заключается в получении количественных моделей или баз данных, надежно отражающих реальные функциональные и вероятностные количественные соотношения между входными и выходными параметрами технологического процесса, т.е. условиями обработки и параметрами качества поверхностного слоя и, как следствие, эксплуатационными свойствами изделия. Таким образом, необходимо решить следующую задачу:

$$\{X\} = F(\{t\}),$$

где $\{t\}$ – **вектор входных параметров технологического процесса (исходные условия, условия обработки);**

$\{X\}$ – **вектор выходных параметров, т.е. характеристики поверхностного слоя.**

Общую структуру технологического процесса можно представить как сложную многомерную систему, в которой на вход поступают различные характеристики заготовки, а на выходе обеспечивается соответствующий набор тех же характеристик для готовой детали, при этом достаточно четко усматривается взаимозависимость параметров качества на предшествующих и последующих операциях. Изменения определяются действием совокупности технологических факторов для каждой операции технологического процесса. С точки зрения технологического обеспечения надежности наибольший интерес представляют такие параметры деталей, как точность размеров, форма сечений, остаточные напряжения поверхностных слоев и др. Таким образом, описывается система, которая исследуется для установления конечных свойств объекта в зависимости от его свойств на предшествующих этапах.

В качестве инструмента описания явления технологического наследования наиболее оптимально применение программного обеспечения матричных вычислений MATLAB (матричная лаборатория) фирмы Math Works, Inc. и дополнительного пакета расширения визуального имитационного моделирования Simulink, предназначенного для моделирования динамических систем. При этом модели составляются из отдельных блоков (компонентов). Реализация принципов визуально-ориентированного программирования позволяет легко набирать нужные функциональные блоки и соединять их с целью проектирования моделей сложной структуры и иерархии. При этом сложные уравнения состояния, описывающие работу системы, формируются автоматически.

Структуру технологического процесса можно представить в виде графа, как последовательность операций ($i=0, 1, \dots, p$) изменения конечного числа ($j=1, 2, \dots, s$) геометрических и физико-механических параметров от заготовки к готовой детали. В основе графа лежит ориентированное ребро, характеризующее условия проведения рассматриваемой операции ($i=p$) технологического процесса при обеспечении

рассматриваемого ($j=v$) параметра. Определенное свойство заготовки, выраженное вершиной ребра ($X_{v(p-1)}$), изменяется в ходе технологической операции в соответствии с коэффициентом передачи наследственной связи (K) для данной операции и характеризуется новой величиной (X_{vp}).

Параметры качества детали тесно связаны и взаимно влияют друг на друга, (например, напряжения, получаемые в ходе технологического процесса, могут привести к изменению геометрических показателей деталей). Взаимная связь явлений, сопровождающих ход технологического процесса, может быть выражена различными видами наследственных связей, отличающихся интенсивностью и характером влияющих факторов.

Элементарная наследственная связь характеризуется влиянием на выходную характеристику технологической операции предыдущего состояния этой характеристики до операции и технологических параметров самой операции.

В основе элементарной модели технологического наследования лежит ориентированное ребро, символизирующее течение процесса и передачу свойства изделия от операции к операции.

$$X_{vp} = \frac{1}{K_{v(p-1)p}} \cdot X_{v(p-1)},$$

где $X_{v(p-1)}$ – величина v -го параметра поверхностного слоя перед проведением p -й операции;
 X_{vp} – величина v -го параметра поверхностного слоя после проведения p -й операции;
 $K_{v(p-1)p}$ – коэффициент передачи элементарной наследственной связи.

Комплексная продольная наследственная связь имеет место в случаях, когда на получение определенного параметра поверхностного слоя при проведении исследуемой операции технологического процесса влияет не только наследование его величины перед операцией, но и прослеживается значительная корреляция с состоянием этого параметра на более раннем этапе технологического процесса.

$$X_{vp} = \frac{1}{K_{v(p-1)p}} \cdot X_{v(p-1)} + \frac{1}{K_{vip}} \cdot X_{vi} .$$

Поперечная наследственная связь является более сложным проявлением технологического наследования, когда наследуется не только предварительное состояние этого параметра, но и прослеживаются корреляционные

Комплексная оценка проявления технологического наследования может быть представлена подсистемой определения интегральной характеристики технологического наследования (рис.1), где коэффициенты передачи наследственных связей выступают в качестве весовых коэффициентов.

$$X_{vp} = \frac{1}{K_{v(p-1)p}} \cdot X_{v(p-1)} + \frac{1}{K_{vip}} \cdot X_{vi} + \frac{1}{K_{vipj}} \cdot X_{ji} .$$

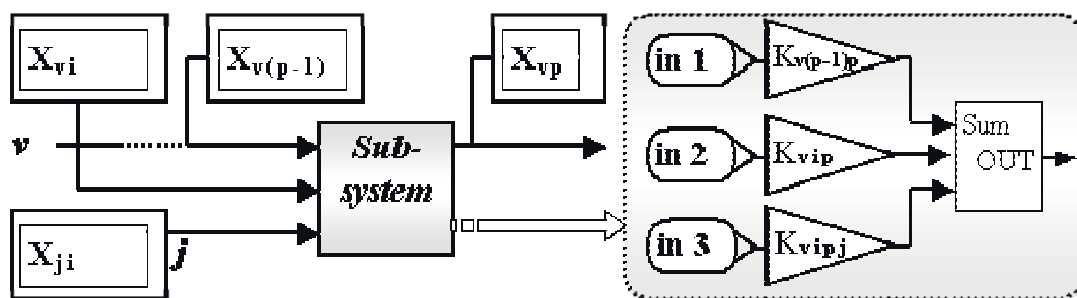


Рис. 1. Подсистема комплексных наследственных связей общего вида

В общем случае технологический процесс пронизывается наследственными связями всех видов. Математическая модель общего вида технологического наследования весьма многомерна и имеет вид:

$$X_{vp} = \sum_{j=1}^{j=s} \left[\sum_{i=0}^{i=(p-1)} \left(\frac{1}{K_{vipj}} \cdot X_{ji} \right) \right].$$

Многие элементы такой системы не имеют практического значения, или не имеют наследственной природы. Модель технологического наследования реального технологического процесса является подмножеством модели общего вида, в которую включены только значимые связи наследственного характера.

Имитационная S-модель строится с применением механизма сворачивания структуры, при этом каждое передаточное звено наследственной связи в свою очередь является подсистемой, определяемой на основе научного исследования и статистического анализа. Модульный принцип построения и интуитивный интерфейс обеспечивает динамичное управление моделью, редактирование структуры и дополнение модели функциональными модулями.

Комплексный подход к оценке надежности технологического обеспечения работоспособности ответственных деталей основан на оценке параметров качества поверхностного слоя в зависимости от технологических факторов, с одной стороны, и прогнозировании эксплуатационных характеристик деталей в зависимости от параметров качества их рабочих поверхностей.

Построение и анализ моделей технологических систем методом имитационного моделирования базируется на основе математико-статистического подхода к анализу сложных систем и включает методологию построения системных моделей, методы и средства построения программных реализаций имитаторов, планирование организации и выполнения на ЭВМ экспериментов с имитационными моделями, машинную обработку данных и анализ результатов. Основой оптимального выбора технологических средств обеспечения качества деталей машин является моделирование их технологического наследования. Однако методы математического моделирования, учитывающие специфику прогрессивных и нетрадиционных технологических процессов разработаны не достаточно, и лишь для ограниченного их числа, и, следовательно, носят частный характер.

С учетом того, что изменение отдельного параметра на операции можно описать значениями коэффициентов технологической наследственности представляется возможным показать изменение параметра на протяжении всего технологического процесса в виде соответствующего набора коэффициентов технологической наследственности.

Детализация концептуальной модели возможна методом формирования подмоделей (суб-систем) на основе математического моделирования процессов. Данный метод наполнения модели технологической системы подразумевает построение отдельных звеньев системы путем формирования S – систем, являющихся математическими моделями, основанными на известных теоретических функциональных зависимостях, имеющих место при описании процессов преобразования свойств объекта анализа в ходе технологической операции.

Построение таких подмоделей подразумевает фундаментальное законченное исследование влияния условий обработки на результат преобразования конкретного параметра качества поверхности. При этом зависимость имеет четкую функциональный вид.

Большой степенью достоверности моделирования отличается метод формирования суб-систем на основе обработки экспериментального материала. Большое количество научных исследований в области технологии изготовления деталей носят экспериментальных

характер. При этом многочисленные данные, полученные на основе реальных экспериментов, служат основой построения регрессионных моделей, адекватно отражающих связи параметров обработки и результирующего эффекта технологического метода.

Литература

1. Дальский А.М. Технологическое обеспечение надежности высокоточных деталей машин. М.:Машиностроение, 1975,-223 с.

2. Хворостухин Л.А., Патраков Н.Н., Курицына В.В. Применение процесса локального поверхностно-пластического деформирования в системе управления формой цилиндрических деталей переменной жесткости. / Сб. науч. трудов "Вестник Верхневолжского отделения Академии технологических наук РФ". Серия Высокие технологии в машиностроении и приборостроении. РГАТА, - Рыбинск, 1995. с.39-43.

ПОВЫШЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ РАБОТЫ ЛИНЕЙНОГО ЭХО-КОМПЕНСАТОРА *

Тараканов А.Н., Мосеев А.Л., Назаровский А.Е.
научный руководитель д.т.н., проф. Брюханов Ю.А.

Ярославский государственный университет им. П.Г.Демидова, Ярославль, Россия

WORKING STABILITY INCREASING OF LINEAR ECHO CANCELLER

Tarakanov A.N., Moseev A.L., Nazarovsky A.E.
scientific adviser Ph.D. Bryuhanov Yu.A.
Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia
e-mail: dcslab@uniyar.ac.ru

Аннотация

Рассматривается влияние эффекта «двойного разговора» на перестройку коэффициентов адаптивного цифрового эхо-компенсатора. Предложен модифицированный алгоритм, основанный на нормализованном МНК, позволяющий повысить робастность эхо-компенсатора.

Abstract

In many real-time applications, large adaptive filters have to be applied. The efficiency of computation and the fast convergence of adaptation process are the main characteristics of used algorithms. Performance of an echo canceller during “double-talk” is considered. Modified algorithm handled double talk detector mismatches during “double-talk” is proposed.

Традиционно эхо-компенсаторы строятся с применением адаптивных фильтров с конечной импульсной характеристикой (КИХ-фильтров). Длина импульсной характеристики этого фильтра является одним из важных параметров эхо-компенсатора. Она определяет максимально возможную величину задержки сигнала в эхо-тракте, при которой возможна работа эхо-компенсатора [1,2]. Следовательно, для построения эхо-компенсатора желательно иметь достаточно длинную импульсную характеристику, чтобы обеспечить его работу в большом диапазоне значений задержки эхо-сигнала. В настоящее время идет создание эхо-компенсаторов для эхо-трактов с длиной импульсной характеристики более 64 мс, что требует использования КИХ-фильтров высоких порядков. Так при задержке эхо-сигнала в 64 мс и использовании стандартной в телефонии частоты дискретизации 8 кГц потребуется КИХ-фильтр с 512 перестраиваемыми коэффициентами.

Большая длина фильтра уменьшает скорость сходимости адаптивного алгоритма. Одним из простых решений этой проблемы может быть увеличение шага в алгоритме адаптации. Однако, такое увеличение не будет приемлемым решением, т.к. в этом случае увеличится величина асимптотической ошибки, а также увеличится чувствительность алгоритма к возможным искажениям, вносимым в эхо-тракт. Одним из источников таких искажений могут быть ошибки в работе детектора двойного разговора (ДДР). Неправильное обнаружение сигнала от ближнего абонента может привести к значительным отклонениям коэффициентов адаптивного фильтра эхо-компенсатора от требуемых значений. В связи с этим, возникает задача разработки алгоритма, который, обладая приемлемой скоростью сходимости, в тоже время был бы устойчив к наличию возможных искажений присутствующих в эхо-сигнале.

Основные функциональные узлы эхо-компенсатора представлены на структурной схеме на рис.1, где $x(n)$ - сигнал от дальнего абонента, $d(n)$ - эхо-сигнал, $v(n)$ - сигнал от ближнего абонента, $y(n) = d(n) + v(n)$ - сумма эхо-сигнала и сигнала от ближнего абонента, $\hat{d}(n)$ - оценка эхо-сигнала, полученная в результате работы эхо-компенсатора, $e(n)$ - ошибка оценки эхо-сигнала, h_k - перестраиваемые весовые коэффициенты.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Министерства образования России

В эксплуатирующихся в настоящее время эхо-компенсаторах для подстройки коэффициентов адаптивного фильтра наиболее часто применяется нормализованный метод наименьших квадратов (НМНК) [2,3], алгоритм которого в векторной форме может быть записан в следующем виде:

$$\mathbf{h}(n) = \mathbf{h}(n-1) + \mu(n)\mathbf{x}(n)e(n), \quad (1)$$

$$\mu(n) = \frac{2\mu}{\delta + \mathbf{x}^T(n)\mathbf{x}(n)},$$

где $\mathbf{h}(n)$ – вектор весовых коэффициентов, μ - определяет шаг адаптации, $\delta > 0$ - константа, введенная для предотвращения деления на ноль.

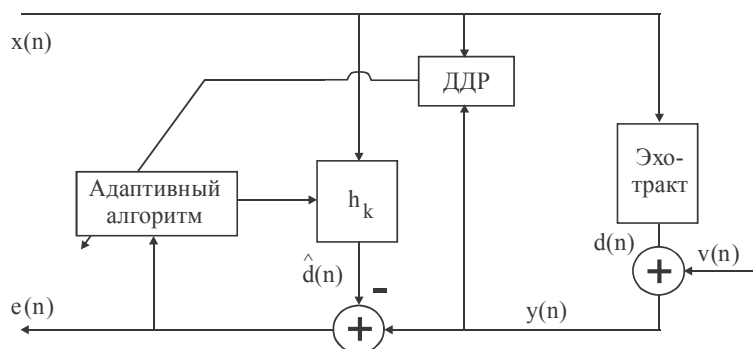


Рис. 1. Структурная схема эхо-компенсатора

Алгоритм (1) не имеет каких-либо способов для учета искажений, вносимых в эхо-тракт, и в своей работе основывается на показаниях ДДР. Работа ДДР может быть описана с помощью алгоритма Гейгеля. В этом алгоритме ситуация двойного разговора определяется если

$$|y(n)| \geq \mathcal{G} \cdot \max\{|x(n)|, |x(n-1)|, \dots, |x(n-L+1)|\}. \quad (2)$$

Параметр \mathcal{G} устанавливается равным 0.5, если ослабление в дифференциальной системе полагается равным 6дБ, и 0.71, если ослабление предполагается равным 3дБ. Кроме этого, определяется защитный интервал T_3 , определяющий период времени, в течении которого будет запрещена перестройка коэффициентов адаптивного фильтра после детектирования двойного разговора согласно неравенству (2). Из (2) видно, что если сигнал от ближнего абонента по величине не превосходит определенного уровня по сравнению с сигналом от дальнего абонента, то ДДР не сигнализирует о наличии двойного разговора, и перестройка коэффициентов адаптивного фильтра будет производиться неправильно. Для предотвращения такой ситуации необходимо модифицировать существующий алгоритм.

Адаптивные алгоритмы, применяемые в задачах эхо компенсации, как и большинство общепринятых статистических методов, введены в предположении, что удовлетворяется ряд предпосылок, например, такие как независимость наблюдений, случайные величины имеют одинаковые средние и постоянные дисперсии, все наблюдения нормально распределены [4]. Если эти предпосылки выполняются, то для оценки среднего используют среднеарифметическое. Эта оценка обладает свойствами несмещенности, состоятельности, достаточности. Даже при средних размерах объемов выборок для распределений нормального, пуассоновского и гамма распределений можно использовать асимптотически нормальные приближения. Однако, даже несколько резко выделяющихся значений, далеко отстоящих от основной массы наблюдений, могут изменить среднее значение и оценку дисперсии очень сильно.

Резко выделяющиеся наблюдения нарушают основное предположение метода наименьших квадратов – независимость дисперсии остатка от его математического ожидания. Действительно, резко выделяющееся наблюдение приводит к несимметричности распределений остатка, следовательно, условие независимости дисперсии и математического

ожидания сразу нарушается. Обработка таких данных обычными методами может привести к значительным ошибкам.

Для обеспечения надежности и эффективности оценок параметров эхо-тракта нужно тем или иным способом нейтрализовать резко выделяющиеся наблюдения. Возможны следующие действия над этими наблюдениями: оставить без изменений, ограничить влияние, жестко удалить, плавно удалить. Любые действия, ограничивающие влияние резко выделяющихся наблюдений, предотвращают наихудший исход. Алгоритму, построенному на МНК, должен предшествовать тщательный анализ на содержание аномальных наблюдений. Для вычисления параметров модели эхо-тракта без анализа резковыделяющихся данных нужно пользоваться робастными методами, нечувствительными к нарушению основных предположений регрессионного анализа.

Для робастификации алгоритма, вместо минимизации суммы квадратов, будем минимизировать сумму менее быстро растущих функций – функций остатков:

$$\sum_{i=0}^{N-1} \rho(y_i - \sum_j x_{ij} h_j) = \min, \quad (3)$$

где ρ - некоторая выпуклая функция. Значение, обращающее (3) в минимум для некоторой функции, называют М-оценкой. Эту оценку можно рассматривать как оценку максимума правдоподобия [4]. Далее, обозначив оценку масштаба как $\hat{\sigma}$ можно определить следующую последовательность шагов робастного алгоритма.

Пусть $\hat{\mathbf{h}}$ и $\hat{\sigma}$ начальные оценки для \mathbf{h} и σ . Начальное значение оценки вектора коэффициентов $\hat{\mathbf{h}}$ получаем с помощью метода наименьших квадратов. Затем вычисляем оценку вектора отклика и находим остатки:

$$r_i = y_i - f_i(\hat{\mathbf{h}}), \quad i = 1, \dots, n.$$

Оцениваем масштаб $\hat{\sigma}$ полученных остатков по медиане абсолютных отклонений от медианы

$$\hat{\sigma} = 1.483 \text{med}_i \{ |r_i - \text{med}_i(r_i)| \}.$$

Заменяем остатки их винзоризированными вариантами, и решаем задачу минимизации для τ

$$\sum_{i=0}^{N-1} (r_i^* - \sum_k x_{ik} \tau_k)^2 = \min!$$

Перестраиваем коэффициенты по формуле

$$\mathbf{h}(n+1) = \mathbf{h}(n) + \mu(n)\tau.$$

где шаг подстройки $\mu(n)$ выбирается также как и в (1).

Сравнение нормализованного МНК и построенного на его основе робастного алгоритма показывает, что скорость сходимости робастного алгоритма немного меньше скорости базового, но введение масштабируемой нелинейности при комбинации с ДДР Гейгеля повышает робастность всего эхо-компенсатора в целом.

Литература

1. Уидроу Б., Стирнз С. Адаптивная обработка сигналов. М.: Радио и связь, 1989. 440 с.
2. Адаптивные фильтры / под. ред. К. Ф. Н. Коузена и П. М. Гранта. М.: Мир, 1988. 388 с.
3. Тараканов А.Н., Мосеев А.Л. Изменяемый параметр μ в адаптивном методе наименьших квадратов // Докл. 4-ой межд. конф. и выст. "Цифровая обработка сигналов и ее применения", Москва, 2002. Т.2. С. 110-112.
4. Хьюбер П. Робастность в статистике: Пер. с англ. М.: Мир, 1984. 304 с.

ПЕРЕНОСНАЯ ТЕРМОКАМЕРА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРОВ

Денисов Л.П. (учащийся 11 класса)

Научный руководитель профессор Шахнов В.А.

Школа № 1307 (11 класс)

PORTABLE HEAT CHAMBER FOR TEST MICROPROCESSORS

Denisov L.P. (student 11 classes)

The supervisor of studies professor Shahnov V.A.

School № 1307 (11 class)

Аннотация

В работе рассматриваются вопросы проектирования термокамеры для тепловых испытаний.

Abstract

In work questions of designing of a heat chamber for thermal tests are considered {examined}.

При создании микропроцессоров (МП) весьма важным и дорогостоящим является этап проведения испытаний их работоспособности во всем диапазоне внешних воздействий, включая минимальную и максимальную температуру. При проведении испытаний необходимо решить ряд задач, связанных с преодолением следующих трудностей:

- Имеющееся в стране измерительное оборудование не позволяет испытать МП на рабочей частоте, особенно при проверке его через жгуты длиной 1 – 2 метра, необходимые для размещения его в термокамере;
- Покупка нового измерительного оборудования затруднена из-за его высокой стоимости (несколько миллионов долларов за комплект).

Поэтому целесообразна разработка специальной, портативной установки для проверки МП в составе вычислительного комплекса на рабочей частоте, с возможным удалением модуля процессора на жгуте длиной не более 20 – 30 сантиметров. При этом наиболее сложная задача проверки функционирования МП при минимальной температуре, так как имеющиеся камеры холода громоздки и инерционны. Трудно совместить вычислительный комплекс и термокамеры так, чтобы длина переходного жгута была не более 20 – 30 сантиметров. Так же существенным недостатком типовых камер является их достаточно большое время цикла охлаждения/нагрева (около двух – трех часов), что резко повышает трудоемкость, особенно при проведении исследовательских испытаний и проверки качества.

Разработанная настольная термокамера обладает следующими характеристиками: габаритные размеры не более 300 x 300 x 300 мм; температура на испытываемом МП устанавливается в диапазоне от -10°C до +85°C с возможностью расширения диапазона до -60°C (датчик контроля температуры должен устанавливаться непосредственно на корпусе микросхемы МП. Температура других элементов модуля может быть больше температуры МП при отрицательных температурах или меньше – при максимальных температурах МП); не допускается выпадения влаги на радиоэлементах процессорного модуля и жгута; время до установления предельной температуры – не более 15 минут.

В качестве источника холода для лабораторной переносной термокамеры используется жидкий азот, сухой лед (замороженный углекислый газ) и термоэлектрические модули на основе эффекта Пельтье. Жидкий азот неудобен в работе и довольно дорог. При использовании сухого льда довольно трудно точно поддерживать нужную температуру и он не обеспечивает -60°C.

В разработанной испытательной камере испытуемая плата размещается в пенопластовой коробке с внутренним объемом около 1,5 кубических дециметров; в качестве хладогенератора применяется полупроводниковый элемент Пельтье; для отвода тепла от горячей стороны элемента Пельтье используется два блока вентиляторов (кулеры) для охлаждения МП PENTIUM IV, включающие радиатор и вентилятор.

Термокамера представляет из себя пенопластовую коробку со средней толщиной стенок около 50 мм. В дно коробки вмонтирован жгут-удлинитель. В плоскую крышку вмонтирована система охлаждения/подогрева. Все термоуплотнения и наращивание теплоизоляции стенок проводилось с помощью пены «ТЕРМОФЛЕКС».

Тепловые характеристики термокамеры наиболее удобно выражать через параметр «тепловое сопротивление» (R_t градус/ватт), являющимся обратной величиной теплопроводимости. Тогда разница температур между любыми точками равняется просто произведению потока тепла в ваттах на тепловое сопротивление.

Для получения отрицательной температуры используется модуль Пельтье. Так как элемент обладает ограниченной хладопроизводительностью, то нам нужно не допустить утечки холода из рабочей камеры. Утечка будет происходить по нескольким направлениям: утечка через стенки и поролон; утечка через жгут.

При отключении питания модуля распределение температур будет определяться потоком тепла от «теплого» конца жгута к холодной поверхности источника холода. Тепловой расчет системы очень сложен из-за отсутствия данных по тепловым характеристикам элементов модуля. Ожидаемая величина разность температур при отключенном питании $-(2 - 4)^\circ\text{C}$ от холодной поверхности до соединителя жгута. При подаче напряжения на модуль разность температур увеличится в 3 – 5 раз.

При понижении температуры внутри камеры обязательно будет существовать «точка росы». Необходимо определить: где и в каком количестве будет выпадать влага? Поэтому очень важно знать распределение температур внутри камеры. Влага прежде всего будет осаждаться на наиболее холодной поверхности источника холода. И можно ожидать, что эта холодная точка выполнит роль осушителя.

Из-за ограниченных возможностей радиатора при попытках повышения холодопроизводительности горячая сторона элемента Пельтье начнет перегреваться и эффективность всей системы (предельная минусовая температура) будет падать. В связи с этим необходимо экспериментально определить оптимальный режим работы холодильного элемента.

Анализ, включая численные оценки тепловых сопротивлений, и экспериментальные исследования макетного образца термокамеры показали, что:

1. малогабаритная переносная термокамера с использованием модулей Пельтье удобна в работе (легкая, просто управляемая и легко включаемая в систему автоматического управления на базе стандартных модулей для ПЭВМ);
2. длина жгута может быть до 15см, что обеспечивает проверку микропроцессора «Багет-суперМ» на рабочей частоте шины (до 50 МГц);
3. полученный температурный перепад в $25-28^\circ\text{C}$ может быть увеличен после доработок до $35-40^\circ\text{C}$, что позволит проверять работоспособность МП до -10°C без дополнительных устройств (более низкие температуры могут быть получены при охлаждении «кулеров» «сухим льдом»);
3. время установления температуры не превышает 6-8 минут, что приемлемо при поточной проверке МП;
4. при переходе точки росы влага не выпадает на печатной плате, что обеспечивает достоверную проверку функционирования МП.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕХАНИКАЛЬНЫХ ДЕСКТОПОВ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ С ANSYS В ПРИЛОЖЕНИИ К ЗАДАЧЕ ШТАМПОВКИ РЕБРИСТЫХ ДЛИННОМЕРНЫХ ПАНЕЛЕЙ.

Никитина О. А.

к.т.н., доцент, старший научный сотрудник, Соломонов Константин Николаевич
Московский Гос. Институт Стали и Сплавов (Технол. университет), Москва, Россия

USAGE MECHANICAL DESKTOP FOR SHARE OPERATION WITH ANSYS IN THE APPLICATION TO THE TASK OF PRESS FORMING OF PANELS.

Nikitina O. A.

Senior scientific collaborator, Solomonov Konstantin Nicolaevich

The Moscow state institute of steel and alloys (engineering university), Moscow, Russia
115612, Москва, ул. Братеевская, д.10, корп.1, кв.67.

Аннотация

Данная работа посвящена математическому моделированию пластического формоизменения металла в клещевом штампе с использованием вычислительных комплексов Autodesk Mechanical Desktop 6.0 и Ansys/ED. Моделирование проводится с целью исследования процесса формирования длинномерных панелей с односторонним ребрением. При неподвижной нижней части штампа и шарнирно закрепленной на ней поворотной верхней части штампа деформация плоской заготовки осуществляется в сужающемся клиновом пространстве. Для краевой задачи в перемещениях определены граничные условия и получено решение.

Результаты математического моделирования адекватны реальным условиям деформирования и могут представлять интерес для специалистов, занимающихся изучением процессов обработки металлов давлением на базе численных методов.

Abstract

The given operation is devoted to mathematical simulation of a plastic forming of metal in tongs a die with usage of computer complexes Autodesk Mechanical Desktop 6.0 and Ansys/ED. The simulation will be carried spent with the purpose of research of the process of creation of long panels with a one-sided ribbing. At the fixed bottom of a die and joint of a rotary top, fixed on it, of a die the deformation of a slab billet is carried out in narrowed down wedge space. For a boundary value problem in movings the boundary conditions are defined and the solution is obtained.

The outcomes of mathematical simulation are adequate to real conditions of deformation and can be of interest for the experts occupied with learning of processes of a metal forming on the basis of the numerical methods.

Метод конечных элементов (МКЭ) является надёжным средством для исследования поведения металла в разнообразных условиях воздействия [1]. С появлением средств МКЭ Ansys, стало возможным проводить расчёты напряжённо-деформированного состояния металлов при их пластическом формоизменении.

Среди известных программ, реализующих численный метод конечных элементов, Ansys является наиболее адаптированной к решению задач больших пластических деформаций твердого тела. Интерфейс программного пакета Ansys оформлен в виде выпадающих окон команд. Построение объектов осуществляется в диалоговом режиме пользователя программы, с выбором необходимых из множества команд. Но для построения сложных геометрических изображений, более удобны специализированные графические комплексы, такие как Компас, AutoCAD, интерфейс которых оформлен в виде нескольких меню, составленных из пиктограмм, что упрощает и ускоряет работу пользователя. Одним из наиболее распространённых графических пакетов CAD, является AutoCAD и Autodesk Mechanical Desktop 6.0, созданный на основе AutoCAD – средство для трёхмерного моделирования деталей и поверхностей. Также, используя вычислительный комплекс Autodesk Mechanical Desktop 6.0, можно импортировать в Ansys созданную средствами

AutoCAD геометрическую модель. В данной работе проведено математическое моделирование пластического формоизменения металла в клещевом штампе с использованием Autodesk Mechanical Desktop 6.0 и Ansys/ED.

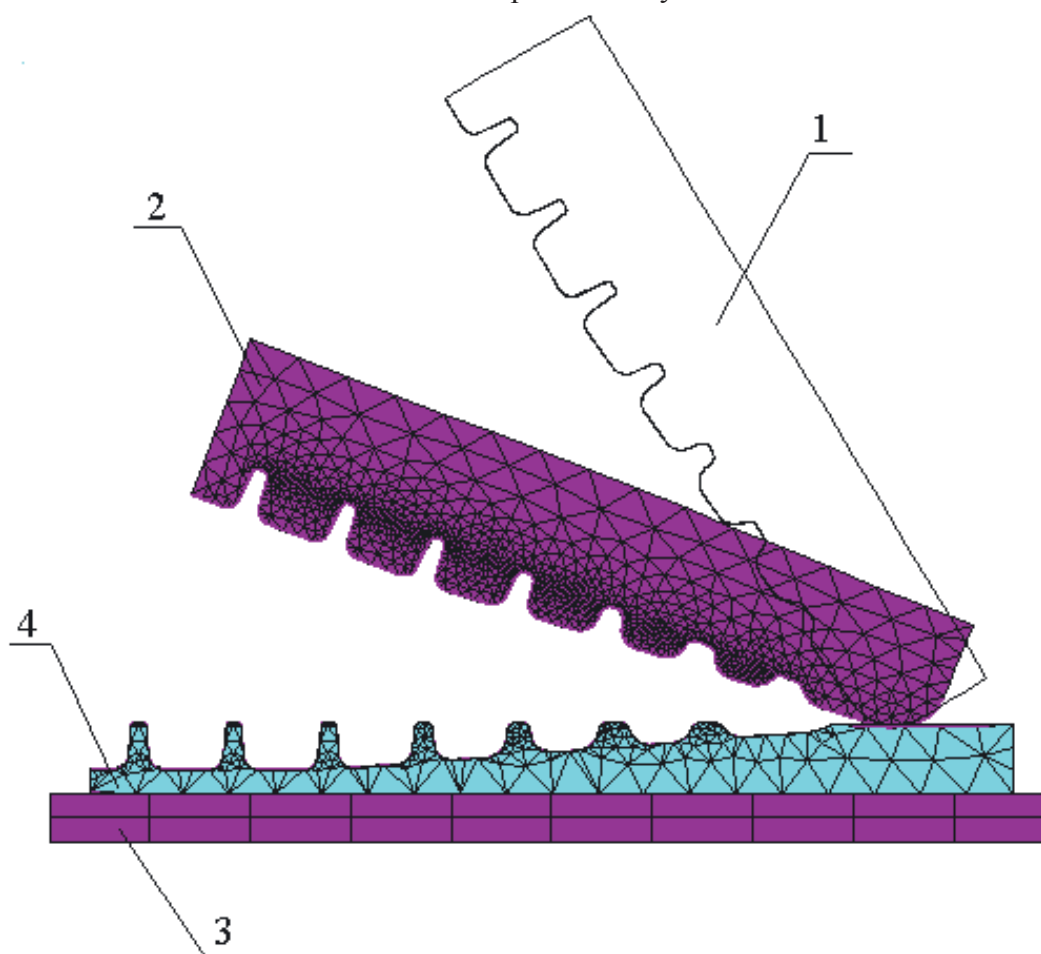


Рис.2. Расчетная конечно-элементная сетка:

- 1 – начальное положение подвижной части штампа;
- 2 – промежуточное положение подвижной части штампа;
- 3 – неподвижная часть штампа;
- 4 – заготовка

Моделирование проводилось с целью исследования процесса формирования длиномерных панелей с односторонним оребрением. При неподвижной нижней части штампа 3 (Рис.1) и шарнирно закреплённой на ней поворотной верхней части штампа 2, деформация плоской заготовки 4 осуществляется в сужающемся клиновом пространстве. Фиксирование заготовки в штампе происходит за счёт эксцентриситета, который не позволяет ей смещаться в обратную сторону после зажима.

После доработки геометрической модели, определяли тип элемента и его характеристики. VISCO 108 – треугольный восьмиточечный элемент для больших деформаций, используется для двумерного моделирования твёрдых структур, определяется восемью точками, каждая из которых имеет три степени свободы [2]. Элемент используется для решения как изотропных неупрочняющихся, так и упрочняющихся материалов в задачах больших пластических деформаций. В данном случае, плоская реальная константа, характеризующая третий размер элемента, т.е. глубину его, не задаётся. Заключительными этапами подготовки данных к расчёту являются создание сетки конечных элементов и формирование массива исходных данных, с закреплением соответствующих узлов конечно-элементной сетки. В работе, заготовка в штампе разделена на 317 элементов. Неподвижная часть штампа 3 лишена всех степеней свободы. Подвижная часть штампа осуществляет деформирование заготовки 4 в сужающемся клиновом пространстве. Массив исходных данных включает:

модули продольной упругости материала штампа $E_{ш}=2*10^5 \text{МН/м}^2$, материала заготовки $E_3=4*10^4 \text{МН/м}^2$, температуру штампа – 320°C - 350°C , температуру заготовки- 400°C , коэффициент трения между заготовкой и штампом - $\mu = 0,15$.

Результаты расчётов выводятся на экран картинками изолиний (рис.2) распределения напряжений и степеней деформаций в полотно заготовки, а также в виде диаграмм распределения данных величин в её внешних волокнах, по которым можно охарактеризовать напряжённо-деформированное состояние материала.

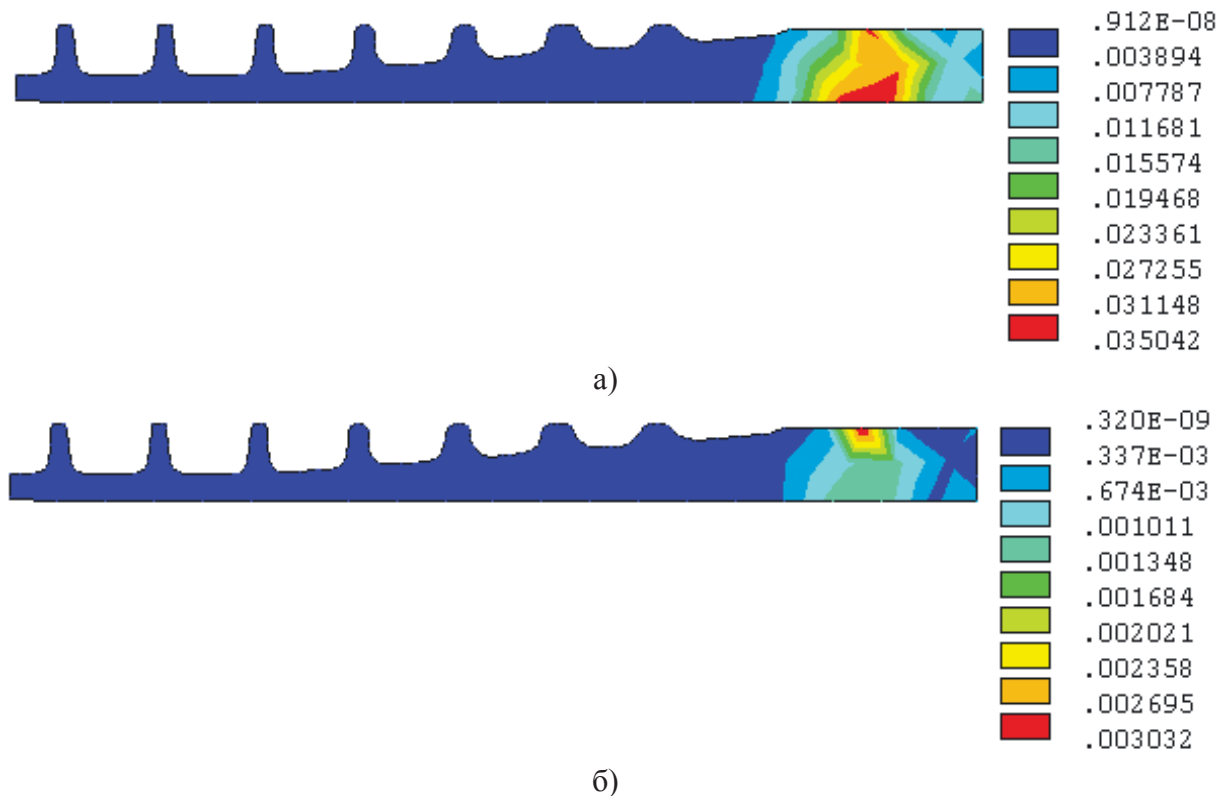


Рис. 2. Результаты расчетов:

- а - изолинии распределения напряжений в материале заготовки в промежуточном положении подвижной части штампа, 10^4МПа .;
- б – то же степеней деформаций.

Литература

1. Басов К.А. Ansys в примерах и задачах // Москва: КомпьютерПресс, 2002, с.73.
2. ANSYS User's Manual for Revision 5.0. Volume 2. – CAD – FEMGmb.H//Munchen, 1997, с.29.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ НЕЧИСЛОВОЙ ПРИРОДЫ В СУБД С НАЛИЧИЕМ ОШИБОК И ПРОПУСКОВ ДАННЫХ

Солодков А.Ю.

Научный руководитель: профессор, к.т.н. Каримов Р.Н.

Саратовский государственный технический университет. г. Саратов. Россия.

IDENTIFICATION OF COMPLICATED OBJECTS NON-NUMERIC NATURE IN DBMS WITH ERRORS AND ABSENCE DATA

Solodkov A.

Scientific supervisor: professor, candidate of technical sciences Karimov R.N.

Saratov state technical university. Saratov Russia.

solodkov@mail.ru

Аннотация

В данной работе рассматриваются вопросы идентификации сложных объектов нечисловой природы в базах данных с учётом ошибок ввода данных и пропусков значений. Для решения этого класса задач предлагается использование метрики Левенштайна для получения субъективного результата равенства при сравнении значений полей. Вывод об идентичности объектов производится по совокупности результатов субъективного сравнения нескольких реквизитов. Описаны этапы построения идентифицирующей системы, её преимущества по сравнению с традиционными методами.

Abstract

In given functioning are considered questions to identifying of complicated objects non-numeric nature in database with account misentry data and skipping of importances. For decisions of this class of the tasks is offered to use the Levenshtains metric for reception subjective of the results equality at importances flap. The Output about equivalence objects is produced on the basis of aggregate results of the subjective comparison several columns. Described stages of the building identification system, her advantage on having shifted-thread with traditional methods.

В рамках этой работы поставлена задача нечёткого сравнения символьной информации из двух баз данных (БД) для объединения их информационного пространства. Фактически это сопоставление записей одной БД с записями другой БД по символьным полям и построение отсылочной БД. Данная задача не может быть решена тривиально, путём точного сравнения полей, поскольку не всегда соответствующие друг – другу записи имеют идентичную информацию в символьных полях, по которым производится сравнение.

Такая задача возникает при объединении распределённых систем, синхронизация которых в реальном режиме времени невозможна. Препятствуют этому: отсутствие постоянных каналов связи, гетерогенность программно-аппаратных СУБД, присутствие «человеческого фактора» при вводе информации, а так же отсутствие на момент ввода информации некоторых реквизитов.

Все известные методы идентификации объектов в БД оперируют точным равенством сравниваемых полей и бессильны при наличии ошибок и пропусков данных, что приводит к низкой достоверности интегрированного информационного пространства из-за ложного слияния данных от разных объектов, а так же присутствия нескольких записей, относящихся к одному и тому же объекту.

Реальные объекты описываются многими реквизитами. Для идентификации юридических лиц на территории РФ используются: ОКПО, ИНН, наименование ЮЛ, адрес, расчётный счёт и т.п. Совокупность нескольких заполненных даже с ошибками реквизитов позволяет эксперту однозначно идентифицировать объект на основе специфики предметной области, оперируя субъективными сведениями о равенстве реквизитов объектов. Следовательно, необходим метод нечёткого сравнения строк, результатом которого должны быть субъективные оценки «похожести». Для решения поставленной задачи предлагается использовать метрику, которая численно оценивает различия символьных строк.

Для эффективного сравнения строк на нечёткое равенство, существует множество методов: сканирование, модификации метода *n*-грамм, триангуляционные деревья, tree-деревья, метод спелл-чекера, метрика Левенштейна. В работе используется метрика Левенштейна. Расстояние редактирования, или метрика Левенштейна – это количество операций вставки, удаления, замены символов или транспозиции соседних символов. Стоимость любых операции над символами одинаковы и равны единице.

Вывод о схожести строк основывается на сравнении количества похожих слов сравниваемых реквизитов с некоторым эмпирически определяемым пороговым значением. Например, два слова будем считать похожими, если расстояние редактирования с учётом транспозиции соседних символов равно 1, если расстояние редактирования более 1 – слова будем считать разными. Слова символично – равные будем считать равными. Вывод о равенстве строк будем производить исходя из количества равных/похожих слов, за исключением так называемых стоп-слов. К стоп – словам будем относить слова самостоятельно не несущие смысловой нагрузки, например: ООО, ТОО, г., ул., и т.д.

Одним из вариантов вывода решения идентификации может быть аккумуляция всех возможных ситуаций и результатов идентификации. Совокупность правил вывода решений заполняется экспертами предметной области. Сохранять можно только самые необходимые правила, либо генерировать все возможные ситуации, что проблематично при количестве полей превышающем четыре.

Приведём пример для идентификации двух юридических лиц:

№ п/п	Правило				Результат срабатывания правила
	ОКПО	ИНН	Наименование	Адрес	
1	=	~	~	_	+
2	=	=	#	#	!
3	~	~	#	_	-
4	~	~	~	~	+
5	_	_	~	_	?
6	#	=	~	~	+
7	#	#	~	~	-
8	=	#	~	_	+
9	_	_	=	=	+
10	~	_	~	~	+
...

Возможные значение правила:

- = - точно равны
- ~ - похожи
- # - не равны / не похожи
- _ - отсутствует одно или оба значения

Возможные значения результата:

- + - объекты идентичны
- - объекты различны
- ? - спорно (требуется решение эксперта)
- ! - аномалия (ошибка в одном из объектов)

Предложенный метод позволяет производить 4 вида выводов за один проход, которые можно использовать для решения различных задач, таких как: идентификация объектов, поиск ошибок, поиск спорных для идентификации записей.

Проведённые эксперименты показали скорость идентификации равную 500 000 пар записей в час на сервере 2 x Pentium III 800 Xeon под управлением ORACLE 8.1.7 Enterprise Edition for Windows 2000 Advanced Server. При большом количестве записей в интегрируемых БД количество пар сравниваемых записей велико. Например, для таблиц с 40`000 и 80`000 записями соответственно мы имеем 3`200`000`000 пар. Для обработки таких таблиц потребуется 6`400 часов, что не приемлемо по времени. Поэтому модифицируем алгоритм следующим образом:

1. Так как метрика Левенштейна имеет вычислительную сложность равную $O(n*m)$, где *n* и *m* длины сравниваемых слов, то вычислять метрику нужно для пар слов отличающиеся по длине не более чем на 1 символ, что значительно сокращает количество вычислений.
2. Используем деревья принятия решений для сокращения количества полей, по которым производится операция вычисления субъективного равенства. Дерево принятия решений строится экспертом предметной области.
3. Для сокращения числа по парных сравнений всех записей одной БД со всеми записями другой БД были использованы нечёткие индексы, позволяющие быстро отобрать в одной из БД выборку похожих строк. В СУБД ORACLE это индексы, построенные с помощью картриджа ORACLE InterMediaText, на основе *n*-

грамм. Как показала практика – объём записей второй БД сравниваемых с текущей записью первой БД сократился до 3% от общего объёма второй БД.

Проведённые эксперименты с модифицированным методом идентификации, дали корректные результаты идентификации юридических лиц за приемлемое время.

Положительной особенностью предложенного метода является его универсальность для идентификации различных объектов в базах данных. Например: юридические и физические лица, медицинские препараты, книги в библиотеках и т.д. Описанный метод можно использовать для интеграции БД, устранения дублирования информации внутри одной БД, а так же поиска ошибок в данных.

Предложенный метод был успешно применён в УФСНП РФ по Саратовской области для построения интегрированного банка данных по нескольким независимым БД и показал свою практическую значимость.

Литература

1. Бойцов Л.М. Обзор методов выборки данных по сходству. (<http://itman.narod.ru/review/review.pdf>)
2. G. Myers, A Fast Bit-Vector Algorithm for Approximate String Matching Based On Dynamic programming. Journal of the ACM, 46(3):395-415, 1999
3. S. Wu and U. Manber. Fast Text Searching With Errors. Communications of the ACM 35 (October 1992) pp.83-91 (<ftp://ftp.cs.arizona.edu>)
4. ORACLE documentation. <http://docs.oracle.com/>, <http://technet.oracle.com>

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОТОЧНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Галиновский А.Л.
д.т.н., профессор Барзов А.А.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, РФ

INFORMATION TECHNIQUES FOR QUALITY MANAGEMENT OF MANUFACTURE OF PRECISION DETAILS

Galinovski A.
professor Barzov A.
MSTU, name Bauman, Moscow, Russian Federation
E-mail: galcomputer@mail.ru

Аннотация

Применение вероятностного подхода позволит осуществить обратную связь с параметрами, характеризующими технологический процесс производства изделия. Но основная практическая ценность предложенного подхода состоит в том, что, изготовив по штатной технологии модельную деталь или партию деталей, можно спрогнозировать реальную точность изготовления детали существенно больших габаритов.

Abstract

The application of the probability approach will allow to realize a closed loop with parameters describing technological process of manufacture of an workpiece. But the basic practical value of the offered approach is, that, having made on to regular technique the modelling detail or batch of details, is possible is to given by(with) the forecast about a real exactitude of manufacture of a detail essentially of large dimensions.

Анализ технологических процессов изготовления высокоточных деталей показал, что в них присутствует такая вероятностная характеристика как масштабный фактор (МФ). Под масштабным фактором следует понимать вероятностное влияние геометрических параметров изучаемых объектов, в частности площади обрабатываемой поверхности, на величину погрешностей их изготовления или сборки. Наиболее наглядно влияние МФ на качество обработки проявляется при оценке погрешностей изготовления подобных и/или близких к геометрическому подобию деталей типа валов, втулок, подшипниковых узлов, лопаток и дисков газотурбинных двигателей, стволов стрелково-пушечного вооружения, корпусов артиллерийских снарядов различного калибра и т.д. с идентичной и/или близкой технологией изготовления исследуемой группы деталей.

Заметим, что вообще в технологии изготовления и сборки многих деталей и узлов в скрытом виде присутствует влияние МФ. На примере технологии изготовления высокоточных прецизионных деталей разработаем для макро уровня вероятностную модель ТН с учетом влияния МФ формо- и структурообразования. Применительно к анализу точности под МФ будем понимать влияние (в вероятностном смысле) геометрических параметров (размеров) изучаемого объекта, в первую очередь площади обработанной поверхности и площади поверхностей, по которым осуществляется базирование на величину геометрических погрешностей, возникающих при изготовлении и сборке данного объекта (детали, узла). Другими словами, МФ определяет влияние задействованных в процессе формообразования или при сборке площадей на выходные параметры (точность) этого процесса.

Исходя из общих вероятностных подходов, используемых в статистической механике, можно получить зависимость (1), близкую по структуре к формуле Бернулли. Эта зависимость позволяет определить вероятность возникновения погрешности базирования при наличии нескольких геометрических возмущающих факторов на контактных поверхностях:

$$P_k(s_\Sigma) = \frac{\left(\frac{S}{s}\right)!}{\left(\frac{s_\Sigma}{s}\right)! \left(\frac{S-s_\Sigma}{s}\right)!} \times \left\{ 1 - \exp\left[-\int_0^s C(S)dS\right] \right\}^{\frac{s}{s}} \times \left\{ 1 - \exp\left[-\int_0^s C(S)dS\right] \right\}^{\frac{S-s_\Sigma}{s_\Sigma}} \quad (1)$$

$P_k(s_\Sigma)$ - вероятность появления на номинальной площади контактирования S появления числа k фактических площадей контакта;

S - общая площадь фактического контакта между элементами технологической системы;

C - означает среднюю концентрацию (число) аномалий на контактных поверхностях между заготовкой и приспособлением.

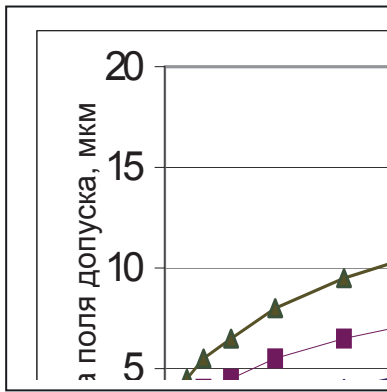
Соотношение (1) позволяет в аналитическом виде представить математическое ожидание и дисперсию вероятности возникновения геометрических источников возмущения (ИВ):

Таким образом, определив $P(s_\Sigma)$ по (1) можно вычислить основные статистические параметры ИВ и после этого смоделировать процесс образования погрешностей базирования, например методом Монте-Карло. Таким образом, на основе механизма вероятностной генерации ИВ в процессе формообразования деталей будет построена обобщенная вероятностная математическая модель, связывающая параметры возмущений с технологическими условиями взаимодействия элементов технологической системы (инструмент – деталь; станок – приспособление; приспособление – деталь и т.д.)

Для проверки предложенной вероятностной модели влияния МФ на точностные параметры деталей воспользуемся количественной базой СТ СЭВ 144-75, являющейся стандартом точности для механически обрабатываемых поверхностей и обобщающей результаты весьма значительного числа теоретических и экспериментальные исследований в области точности изделий машиностроения.

Количественную оценку влияния МФ на погрешности изготовления детали будем проводить следующим образом. Построим зависимости величины поля допуска при обработке детали от ее габаритов для различных квалитетов (рис.1), наиболее часто используемых в общем машиностроении. Как следует из графиков, вид кривой $\delta=f(d)$ близок к экспоненциальной зависимости, являющейся частным случаем (1) при $C(S)=const$.

Разработанная модель позволяет также, зная требуемый квалитет точности для совокупности конкретных размеров детали, определить математическое ожидание и дисперсию погрешностей. Но основная практическая ценность предложенного подхода состоит в том, что, изготовив по штатной технологии модельную деталь или партию деталей, можно спрогнозировать реальную точность изготовления детали существенно больших габаритов. Данное обстоятельство наглядно иллюстрируется на рис.1 не только применительно к деталям разных диаметров, но и оснастке, применяемой при их изготовлении. Выше рассмотренное носит общий характер и может применяться в проектировании технологии и изготовлении других классов геометрически подобных или близких к этому подобию деталей, лопаток и дисков ГТД, сопловых блоков РДТТ и т.д.



a)
 δ , МКМ
 б)

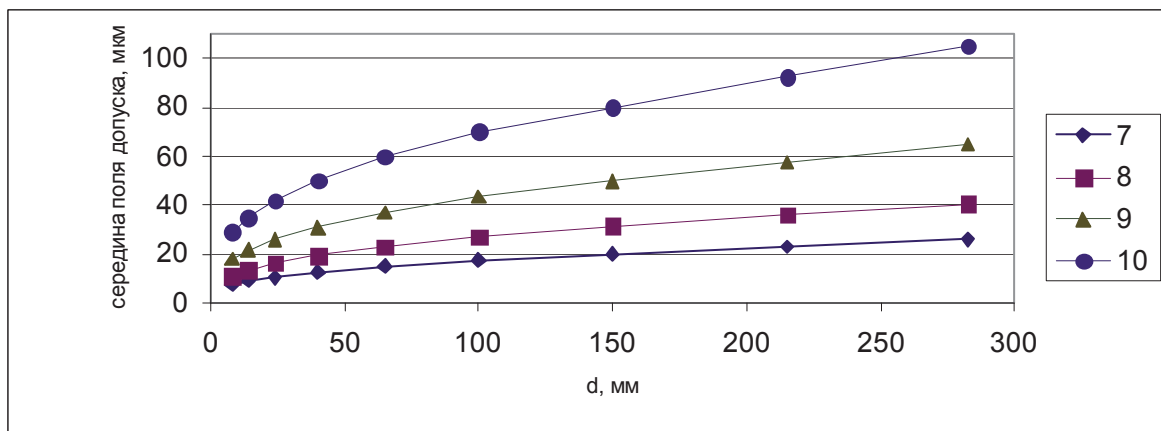


Рис.1. Оценка влияния габаритов детали (масштабного фактора) на погрешности изготовления (допуск) на основе анализа данных стандарта точности СТ СЭВ 144-75 для различных квалитетов точности (а)- для квалитетов с 4 по 6; (б)- для квалитетов с 7 по 10.

ВЕРОЯТНОСТНО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Чуйкова В.Б.

к.т.н., доцент Галиновский А.Л.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, РФ

PROBABILITY - ENTITY SET MODEL FOR TECHNOLOGICAL PREPARATION OF PROCESS OF HANDLING OF POLYCRYSTALLIC NOT METAL MATERIALS

Chuikova V.

Phd. Galinovski A.

MSTU, name Bauman, Moscow, Russian Federation

E-mail: galcomputer@mail.ru

Аннотация

При определении вероятности разрушения материала следует учитывать масштабный фактор, информирующий о возможности развития дефектов в зоне, где напряжения не максимальны, т.е. не только на обрабатываемой поверхности. Особенно актуально применение вероятностно-информационного подхода к определению возможности разрушения материалов с большим разбросом физико-механических свойств, к числу которых относятся конструкционные керамики.

Abstract

At definition of probability of destruction of a material it is necessary to take into account a scaling factor informing on an opportunity a developments of imperfections in a zone, where the efforts are not maximal, i.e. not only on a job surface. The application of the probability - information approach to definition of an opportunity of destruction of materials with a wide scatter of mechanical properties is especially actual, to which number treat of constructional ceramics.

Применение современных информационных технологий, в том числе основанных на вероятностных и вероятностно-статистических подходах, является актуальной научно-технической проблемой, стоящей перед разработчиками высоконаучно-технологических процессов, характерных для ракетно-космической отрасли.

Одной из основных причин отказов многих технически сложных систем авиационной и ракетно-космической техники является разрушение входящих в их состав высоконагруженных деталей из поликристаллических неметаллических материалов (ПНМ).

Традиционные методы определения режимов обработки деталей ответственного назначения основываются на положении, что напряжения в обрабатываемом материале не должны превышать предельных значений, способных привести к развитию или появлению дефектов в поверхностном слое.

Однако детали из ПНМ, например, конструкционной керамики, в силу их структуры требуют иного подхода к определению оптимальных режимов обработки. На качество таких деталей влияет метод их обработки, а также технологические режимы формообразования. С физической точки зрения это объясняется структурой исходного материала, его склонностью к труднопрогнозируемому появлению дефектов на обрабатываемой поверхности или в подповерхностном слое.

Известно, что у конструкционных керамик существует большой разброс основных физико-механических свойств, обусловленный спецификой их структуры. Поэтому построение соответствующих математических моделей должно основываться на вероятностном подходе к решению проблемы качества деталей из ПНМ на операциях их формообразования.

При определении вероятности разрушения материала следует учитывать масштабный фактор, отражающий возможность развития дефектов в зоне, где напряжения не максимальны, т.е. не только на обрабатываемой поверхности. Особенно актуально применение вероятностного подхода к определению возможности разрушения материалов с большим разбросом физико-механических свойств, к числу которых относятся конструкционные керамики, или в случае невозможности экспериментального определения этих свойств (например, у кристаллов алмаза). Следовательно, надо решить проблему определения таких технологических режимов обработки материалов, при которых деталь не разрушалась бы на всех операциях технологического процесса и, особенно, - в процессе эксплуатации.

Рассмотрим общий подход к определению режимов бездефектной обработки данного класса материалов.

Анализ технологических процессов показал, что на материал детали при обработке могут действовать следующие основные факторы:

- контактные нагрузки (например, обработка давлением);
- тепловые нагрузки (лучевые методы обработки);
- комбинация первых двух воздействий (шлифование).

Под действием этих нагрузок в материале возникают напряжения, причем напряженная зона значительно больше зоны обработки. Поэтому в объеме материала, прилегающего к зоне обработки, могут развиваться имеющиеся дефекты или образоваться новые.

Рассмотрим проявление масштабного фактора при технологическом воздействии на материал, которое сопровождается возникновением поля термоупругих напряжений в детали. Его суть с физически обоснованных вероятностных позиций состоит в следующем. Действительно, по мере интенсификации термоупругих напряжений увеличивается охватываемый ими объем материала и соответственно растет вероятность появления в этой зоне опасного исходного дефекта, способного к росту при данном уровне нагрузок. Поэтому зона наиболее вероятного развития дефектов может быть несколько смещена от зоны действия максимальных растягивающих напряжений в глубину материала от места локализации нагрузок, тем самым увеличивается риск появления подповерхностных

микротрещин, способных к дальнейшему росту уже на стадии финишных операций или при эксплуатации.

Для оценки масштабного эффекта локализации возможных исходных дефектов применительно к рассматриваемому случаю воспользуемся формулой Бернулли, согласно которой вероятность появления интересующего события k раз в n испытаниях является функцией k , n и $P(V)$ – вероятности наступления интересующего события в одном испытании (наличия опасного дефекта в анализируемом объеме детали V):

$$P(V) = \frac{n!}{k!(n-k)!} \left\{ 1 - \exp \left[- \int_V C(V) dV \right] \right\}^k \left\{ \exp \left[- \int_V C(V) dV \right] \right\}^{n-k}, \quad (1)$$

где $C(V)$ – концентрация (распределение) исходных дефектов по объему V .

Заметим, что (1) носит общий характер и позволяет оценить роль масштабного фактора в процессе образования и развития дефектов.

Используя изложенный выше подход в сочетании с теорией Вейбулла, определим вероятность разрушения обрабатываемого материала. Допустим, что параметр $C(V)$ является функцией пространственного распределения напряжений в теле и прочности слабейшего элемента, т.е.

$$C(V) = \int_V g(\sigma) d(V/V_0), \quad (2)$$

где $g(\sigma) = [(\sigma - \sigma_u)/\hat{\sigma}]^m$; m , $\hat{\sigma}$ и σ_u – константы материала при постоянной совокупности дефектов; V – исследуемый объем материала; V_0 – элементарный исследуемый объем материала. После подстановки (2) в (1) видно, что вероятность разрушения материала при нагрузке $P(\sigma)$ увеличивается при увеличении напряжений в материале и области, в которой действуют эти напряжения.

При однородном поле растягивающих напряжений уровень напряжений при разрушении однозначно определяет разрушающее напряжение σ_p и поэтому:

$$P(\sigma) = 1 - \exp \left\{ - (V/V_0) [(\sigma_p - \sigma_u)/\hat{\sigma}]^m \right\}. \quad (3)$$

В качестве примера приведем основные этапы инженерной методики определения режимов бездефектной лазерной обработки керамик. Выполненные исследования позволяют выявить зависимость вероятности разрушения керамического материала от параметров технологических режимов обработки, например, от энерго-временных параметров лазерного излучения и исходной структуры обрабатываемой поверхности. Очевидно, бездефектный режим обработки определяется нулевым, или близким к нулю, значением вероятности

разрушения материала под действием тепловых и/или силовых нагрузок. Такая постановка и решение задачи о нахождении режимов бездефектной обработки позволяет перейти к количественным оценкам и формулировке общих принципов построения соответствующих инженерных методик.

Выражение (3) является эмпирическим. Более строго определение вероятности разрушения обрабатываемого образца можно описать следующим образом:

I. Определение концентрации дефектов в материале.

Для этого необходимо провести достаточно большое количество (более 100) экспериментов. Напряженное состояние образцов должно быть однородным, например, одноосное сжатие, растяжение или чистый изгиб.

Обработку результатов следует вести по следующей схеме. Будем считать, что каждый раз нагружается образец объемом $V=iv$, где i – номер образца; v – объем исходного образца.

Тогда в начале эксперимента $V_0=nv$, где n – число образцов.

1. Определяем наименьшее разрушающее напряжение из совокупности данных и число образцов M , которые были разрушены при этом напряжении.

2. По известной зависимости определяем величину дефекта L

$$L = K_c / \pi \sigma_{\min}^2 \quad (4)$$

где K_c – коэффициент вязкого разрушения; σ_{\min} – наименьшее разрушающее напряжение.

3. Определяем концентрацию дефектов размером L

$$C = M/V, \quad (5)$$

где M – число разрушившихся образцов при нагрузке; V – текущий суммарный объем.

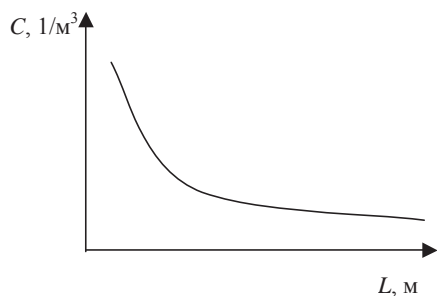


Рис. 1.

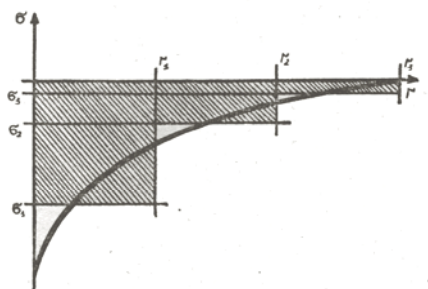


Рис. 2.

4. Исключаем из списка образцы с разрушающим напряжением:

$$n_{i-1} = n_i - M, \quad (6)$$

5. Переходим к пункту 1. После проведения расчетов по вышеизложенному алгоритму результат можно представить в виде зависимости концентрации дефектов от их величины:

$C=f(L)$ (рис.1).

II. Определение вероятности разрушения образца в зависимости от концентрации дефектов в его материале.

Будем считать, что распределение дефектов в материале по объему подчиняется закону равной вероятности, т.е. интегральная и дифференциальная характеристики имеют вид:

$$\left. \begin{aligned} \varphi(x) &= 1/(b-a) \quad \text{при } a < x < b \\ \varphi(x) &= 0 \quad \text{при } x > b, x < a \\ F(x) &= 0,5 + x/(b-a) \quad \text{при } a = -b. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

В нашем случае $a = b$, $b = \widehat{V}$, $k = V_{\text{эф}}$, где \widehat{V} - объем, в котором содержится один дефект размером L ; k - коэффициент, учитывающий ориентацию дефектов ($k < 1$).

Тогда вероятность нахождения дефекта размером L в объеме V будет

$$\left. \begin{aligned} F(L) &= V/V_{\text{эф}} \quad \text{при } 0 < V < V_{\text{эф}} \\ F(L) &= 1 \quad \text{при } V > V_{\text{эф}}. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Кривую распределения напряжений в материале аппроксимируем ступенчатой функцией, где число интервалов равно n . Примем $n=3$ (рис.2).

Для каждого напряжения ($i = 1,2,3$) определяем величину критического дефекта L_i по (4).

Далее определяем вероятность нахождения дефекта размером L_i в объеме \widehat{V}_i по (7).

$$\begin{aligned} \widehat{V}_i &= V_i + V_i, \quad i = 1, n; \\ V_1 &= V_1, \quad V_2 = V_1 + V_2, \quad V_3 = V_1 + V_2 + V_3. \end{aligned} \quad (9)$$

Тогда суммарную вероятность разрушения можно определить следующим образом:

$$P = 1 - (1 - F_1)(1 - F_2)(1 - F_3). \quad (10)$$

В общем случае

$$\begin{aligned} P &= 1 - F_{\Sigma}; \\ F_{\Sigma} &= \Pi(1 - F). \end{aligned} \quad (11)$$

Надо отметить, что (10) справедлива в интервале напряжений $0 \dots \sigma_{\text{вр}}$.

Таким образом, представленный алгоритм позволяет определить распределение концентрации дефектов в зависимости от их величины, и на основе этого, смоделировать процесс изменения дефектности поверхностного слоя детали при различных вариантах его термо-силового нагружения. Тем самым создаются предпосылки для создания инженерных методик определения режимов «бездефектного» формообразования деталей из ПНМ.

АНАЛИЗ ШУМОВ SnO₂(Pt Pd) ГАЗОВЫХ СЕНСОРОВ ДЛЯ СЕЛЕКТИВНОГО ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ГАЗОВЫХ СРЕД.

Угрюмов Р.Б. Яковлев П.В. Кирнов Д.С.

Научный руководитель доктор физ.мат. наук проф. Воищев В.С.
Воронежский государственный аграрный университет, г. Воронеж, Россия.

DIE ANALYSE DER LARME SnO₂(Pt Pd) DER GASSONDE FUR DIE SELEKTIVE BESTIMMUNG DER GASUMGEBUNGEN.

Ugrjumov R.B. Jakovlev P.V. Kirnov D.S.

Der wissenschaftliche Leiter der Doktor der physischen und matematischen Wissenschaften der prof. Voischev V.S.
Die Woronesh- staatliche landwirtschaftliche Universitat, s. Woronesh, Russland.

ash@agrochem.vsau.ru

Анотация.

В настоящее время идет поиск методов повышения селективности полупроводниковых газовых сенсоров. В настоящей работе предложено использовать в качестве отклика генерируемый сенсором электрический шум. Как показали исследования, характер шума более чувствителен к составу газовой смеси чем проводимость. Показана принципиальная возможность использования эффекта изменения спектрального состава шума для качественного определения состава газовых смесей. Приведено описание прототипа газоанализатора, работающего на данном принципе.

Die Inhaltangabe

Zur Zeit geht die Suche der Methoden der Erhöhung der Selektion der Halbleitersonde. In der vorliegenden Arbeit ist es vorgeschlagen, als die Antwort den elektrischen vom Sonde erzeugten Larm zu benutzen. Wie die Forschungen aufgezeigt haben, ist der Charakter des Larmes gegen den Bestand der Gasmischung empfindlich. Es ist die prinzipielle Möglichkeit der Benutzung des Effektes der Veränderung des Charakteres des Larmes für die qualitative Bestimmung des Bestandes der Gasmischungen aufgezeigt. Es ist die Beschreibung des Prototypes des Gerates, das auf dem vorliegenden Prinzip arbeitet, aufgeführt.

В настоящее время для целей мониторинга состава газовой фазы получили широкое распространение полупроводниковые газовые сенсоры[1]. В первую очередь это связано с

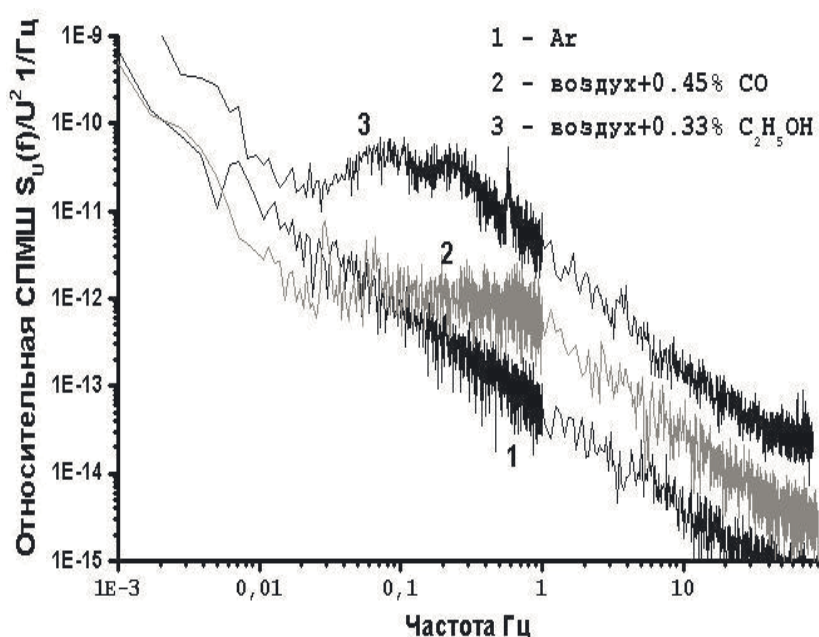


Рисунок 1. Относительная спектральная плотность мощности шума SnO₂(Pt Pd) газового сенсора в эквивалентных условиях.

простотой их использования и относительной дешевизной. Однако они обладают общим недостатком – низкой селективностью. Это связано с самим физическим принципом работы, а именно с тем, что в качестве отклика используется интегральная величина – электропроводность. Различные газы могут приводить к одинаковым

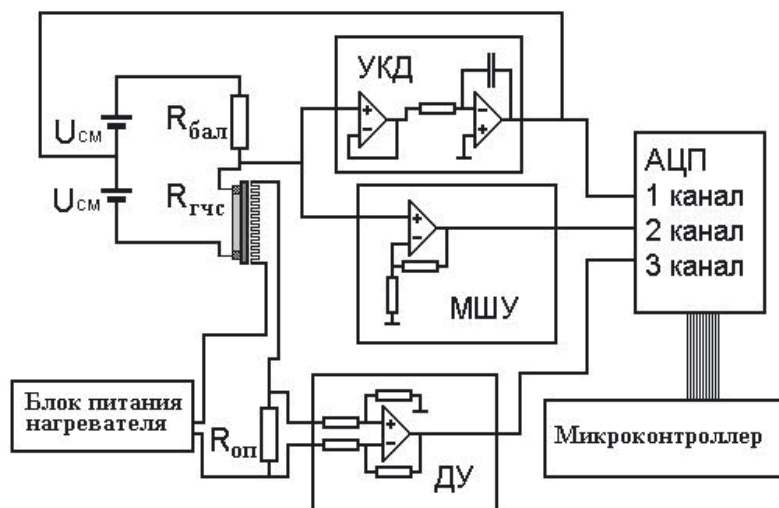


Рисунок 2. Упрощенная схема аппаратной части шумового газоанализатора.

изменениям электропроводности [2], и по этому они становятся неразличимы. Немаловажной причиной использования электропроводности в качестве выходной величины является простота электрической схемы его измерения, так, что она может быть помещена в несущую базу сенсора.

Возросшая вычислительная мощь микроконтроллеров в настоящее время позволяет обрабатывать более нетривиальные величины отклика. В настоящей работе предложено использовать в качестве отклика генерируемый газочувствительным слоем (ГЧС) токовый шум. Физическое обоснование идеи состоит в том, что как шум, так и хемосорбция газа на поверхности полупроводника в значительной мере определяется поверхностными электронными состояниями (ПЭС), которые являются центрами захвата и рекомбинации носителей тока. Поскольку хемосорбция происходит преимущественно на этих же центрах, то она не может не повлиять на состояние ПЭС, а как следствие на шум. Хемосорбция это по существу химическая реакция между адсорбатом и поверхностью сенсора, возможно, что индивидуализм химизма взаимодействия газ-поверхность должен отразиться в спектральном составе шума. Объектом исследования был шумовой сигнал газового сенсора на основе SnO_2 легированного Pd (2.5 об.%) и Pt (2.5 об.%), технология изготовления которого приведена в [3]

Для проверки данного предположения была проведена серия экспериментов, в которой измерялись относительная спектральная плотность мощности шума (СПМШ) в разных газах и при разных температурах. Устройство установки и методика измерений приведены в [3]. В настоящем докладе представлены результаты измерения СПМШ в эквивалентных условиях. Данный режим применялся с целью нивелировать изменение шума при изменении электропроводности. Для этого наводились такие смеси активных газов ($\text{CO} + \text{воздух}$, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{воздух}$), чтобы сопротивление ГЧС сенсора было одинаковым и равнялось некоему эталону, за которое принято сопротивление в нейтральной среде (газ - аргон). Результаты измерения относительной спектральной плотности мощности шума (СПМШ) приведены на рисунке 1. Из него видно, что при одинаковых сопротивлениях и температуре СПМШ сенсора в разных средах отличаются не только количественно, но и качественно. Таким образом, измеряя СПМШ можно определить качественный состав газовой смеси. На основании этого можно сделать вывод о принципиальной возможности построения нового типа газовых сенсоров для селективного детектирования газовых смесей по результатам анализа шумовых измерений.

Как видно из рисунка 1 нетривиальный ход тренда СПМШ наблюдается в области относительно низких частот от 0.01-1 Гц. Это в какой-то мере облегчает построение газоанализатора, в том плане, что от обрабатывающего микроконтроллера для проведения измерений в реальном режиме времени не требуется высокой производительности.

Упрощенная схема аппаратной части шумового газоанализатора представлена на рисунке 2. На балластный резистор $R_{\text{бал}}$ и резистивный слой сенсора $R_{\text{об}}$ подается напряжение смещения $+U_{\text{см}}$ и $-U_{\text{см}}$ от электрических батарей, которые шунтируются электролитическими конденсаторами большой емкости для подавления собственных шумов батарей в низкочастотной области. Сопротивление балластного резистора подбирается приблизительно равным сопротивлению ГЧС сенсора. Устройство коррекции дрейфа (УКД) осуществляет интегрирование входного напряжения и выдает его инвертированное значение по цепи обратной связи (ОС) на среднюю точку электрических батарей. Импульсная характеристика интегратора эквивалентна импульсной характеристике интегрирующей RC-цепочки с характеристическим временем около 10 секунд. Таким образом, низкочастотное изменение потенциала вследствие дрейфа сопротивления ГЧС сенсора автоматически корректировалось интегратором, а на вход малошумящего усилителя (МШУ) поступали низкочастотные флуктуации потенциала. Тем самым на входе МШУ поддерживалось квазиуравновешенное значение потенциала. Мгновенные значения отклонения от квазиуравновешенного значения усиливаются МШУ и через выходной аналоговый фильтр подаются на первый вход аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Совместное функционирование УКД, усилителя и выходного фильтра приводит к тому, что измерительный тракт имеет рабочую полосу в частотном диапазоне от 0.01 до 1 Гц с нелинейностью коэффициента усиления не

превышающей 15% на крайних значениях рабочего спектрального диапазона. Можно показать, что для применяемой схемы включения шумящего резистивного слоя СПМШ, регистрируемая АЦП, равна

$$S_U(\omega) = K(\omega) \frac{4U_{см}^2}{(1 + \frac{R_{бал}}{R_{обр}})^2} \frac{S_R(\omega)}{R_{обр}^2}, \text{ где } S_R(\omega) - \text{спектральная плотность флуктуаций}$$

сопротивления ГЧС, $R_{бал}$ и $R_{обр}$ - сопротивление балластного резистора и сопротивление образца, $K(\omega)$ - коэффициент усиление на частоте ω , $U_{см}$ - напряжение смещения.

Таким образом, относительный спектр электрических флуктуаций рассчитывался как:

$$S(\omega) = \frac{1}{R_{обр}^2} S_R(\omega) = \frac{1}{K(\omega)} S_U(\omega) \frac{(1 + \frac{R_{бал}}{R_{обр}})^2}{4U_{см}^2}$$

Оцифровка осуществлялась 12-битным многоканальным АЦП AD7890 с частотой дискретизации 20 Гц. Применяется алгоритм быстрого преобразования Фурье по 4096 отсчетам АЦП с применением оконной функции Ханна и усреднением по 10 реализациям. Полученные спектрограммы корректировались с учетом нелинейности передаточной характеристики усилителя и сглаживались однополюсным цифровым фильтром нижних частот, осуществляющим экспоненциальное усреднение аналогично фильтру НЧ в виде RC-схемы [5]. Определение текущего значения сопротивления сенсора осуществлялось измерением напряжения дрейфа с выхода УКД по второму каналу АЦП с последующим расчетом по соответствующей функциональной зависимости. Контроль температуры ГЧС осуществлялся измерением тока нагревателя по третьему каналу АЦП и перерасчетом по соответствующей градуировочной кривой. Собственный шум усилителя, отнесенный к входу, меньше шума сенсора на три-четыре порядка во всех режимах измерений. Логическое заключение о качественном составе газовой фазы производится на основании расчета коэффициента корреляции измеренного СПМШ и заложенных в ПЗУ микроконтроллера ряда кривых СПМШ, снятых для ряда тестовых газовых смесей.

Надо отметить, что в данном виде прибор мало применим на практике из-за крайне ограниченной функциональности, так как в настоящий момент реализована только функция различения аргона, окиси углерода и паров спирта. Вообще же для практического применения данного метода надо пройти массу “узких” мест. Для анализа случайных величин Фурье-преобразование это не совсем оптимальный метод анализа временных рядов из-за их длительности на низких частотах (порядка 30 минут в настоящем случае). Для решения данной проблемы в качестве шумовых характеристик можно использовать наклон тренда на каком-либо спектральном участке, вейвлетную плотность мощности и так далее. Можно предположить, что FNS-методы обработки временных рядов [6] позволят получать шумовые характеристики сенсоров за более короткий промежуток времени. Дополнительные сложности доставляет проблема изготовления газового сенсора с воспроизводимым уровнем шума. Данные шумовые измерения проведены на сенсорах, технология изготовления которых ориентирована на измерение электропроводности, и для шумовых измерений требуют сложной подготовительной процедуры. Можно предположить, что оптимизация сенсора под шумовые измерения избавит от необходимости проводить сложную подготовительную процедуру и сместит область зависимости СПМШ от среды в более высокочастотную область. Несмотря на это можно утверждать о принципиальной возможности создания подобного устройства селективного детектирования газов на основе анализа их электрических шумов.

Литература

1. Мясников И.А., Сухарев В.Я, Куприянов Л.Ю., Завьялов С.А. Полупроводниковые сенсоры в физико-химических исследованиях. -М.:Наука,1991.-327 с.
2. Волькенштейн Ф.Ф. Электронные процессы на поверхности полупроводников при хемосорбции.- М.:Наука,1987.-432 с.
3. В.В. Малышев, А.В.Писляков. Быстродействие полупроводниковых металлоксидных толстопленочных сенсоров и их чувствительность к различным газам в воздушной газовой среде // Сенсор. 2001. № 1, С. 2-15.
4. Установка для измерения низкочастотных токовых шумов в полупроводниковых газовых сенсорах / Р. Б. Угрюмов, А. В. Шапошник, В. С. Воищев, П.В. Яковлев, Д.С. Кирнов// Шумовые и деградационные процессы в полупроводниковых приборах: Материалы докл. науч.-техн. семинара (Москва, 2-6 декабря 2002 г.) М.: МНТОРЭС им. А.С.Попова, 2003.
5. Компьютерный контроль процессов и анализ сигналов / А.П. Кулаичев //НПО “Информатика и компьютеры” Москва 1999. с. 328-330.
6. С.Ф. Тимашов. Российский химический журнал ХЛІ, 3, 17 1997г.

ШУМОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ SnO₂(Pt Pd) ГАЗОВЫХ СЕНСОРОВ.

Угрюмов Р.Б. Яковлев П.В. Кирнов Д.С.

Научный руководитель доктор физ.мат. наук проф. Воищев В.С.
Воронежский государственный аграрный университет, г. Воронеж, Россия.

DIE ANALYSE DER LARME SnO₂(Pt Pd) DER GASSONDE FÜR DIE SELEKTIVE BESTIMMUNG DER GASUMGEBUNGEN.

Ugrjumov R.B. Jakovlev P.V. Kirnov D.S.

Der wissenschaftliche Leiter der Doktor der physischen und mathematischen Wissenschaften der prof. Voischev V.S.
Die Woronesh- staatliche landwirtschaftliche Universitat, s. Woronesh, Russland.

ash@agrochem.vsau.ru

Анотация.

Хемосорбционные процессы оказывают глубокое воздействие на поверхностные состояния полупроводниковых пленок. Предполагается, что они также должны оказать влияние на генерируемый полупроводниковой структурой электрический токовый шум. Исследовалась зависимость относительной спектральной плотности мощности (СПМШ) флуктуаций сопротивления полупроводниковых газовых сенсоров разных типов в эквивалентных условиях. Показано, что СПМШ в разных средах отличаются не только количественно, но и имеет качественно различный вид. На основании этого сделан вывод о принципиальной возможности повышения селективности газовых сенсоров путем совместного измерения их сенсорных и шумовых характеристик.

Die Inhaltangabe

Die Adsorptionsprozesse leisten die tiefe Einwirkung auf die oberflächlichen Zustände der Halbleiterschichten. Es ist angenommen, dass sie den Einfluss auf den elektrischen von der Halbleiterstruktur erzeugten Lärm auch leisten sollen. Es wurde die Abhängigkeit der relativen spektralen Dichte der Kapazität des Lärmes der Festigkeit die Halbleitergassonde verschiedener Arten unter Umständen der identischen Festigkeit untersucht. Ist aufgezeigt, dass sich den Lärm auf verschiedene Umgebungen nicht nur quantitativ auszeichnen, sondern auch hat qualitativ verschiedene Art. Auf Grund dessen ist der Schluss über die prinzipielle Möglichkeit der Erhöhung der Selektion der Gassonde mittels des gemeinsamen Messens der Charakteristiken ihres Lärmes und der Festigkeit gemacht.

Хемосорбционные процессы оказывают глубокое воздействие на поверхностные состояния полупроводниковых пленок. Поскольку поверхностные состояния являются ловушками для носителей заряда, то хемосорбция должна оказать влияние на генерируемый полупроводниковой структурой электрический токовый шум. В обзорах [1,2] указывается на возможные механизмы подобного влияния. Так как акт хемосорбции является по существу химической реакцией адсорбата с поверхностью, то можно предположить, что особенности химизма взаимодействия адсорбата с поверхностью сенсора должны как-то проявиться в его шумовом спектре, который может зависеть как от вида и количества адсорбата, так и от технологии изготовления сенсора.

Поэтому в настоящей работе была поставлена задача исследования зависимости относительной спектральной плотности мощности (СПМШ) флуктуаций сопротивления полупроводниковых газовых сенсоров разных типов в эквивалентных условиях. Для этого был изготовлен специальный лабораторный комплекс, подробное описание которого приведено в [3].

В качестве подложек для формирования газочувствительных слоев (ГЧС) использовались пластинки Al_2O_3 (4x4x0.5мм) с нанесенными на них платиновыми электродами. Исследовались три типа ГЧС. Первый тип ГЧС изготавливался по золь-гельной технологии. Для этого суспензия SnO_2 с добавками платины (около 3 %) отстаивалась для

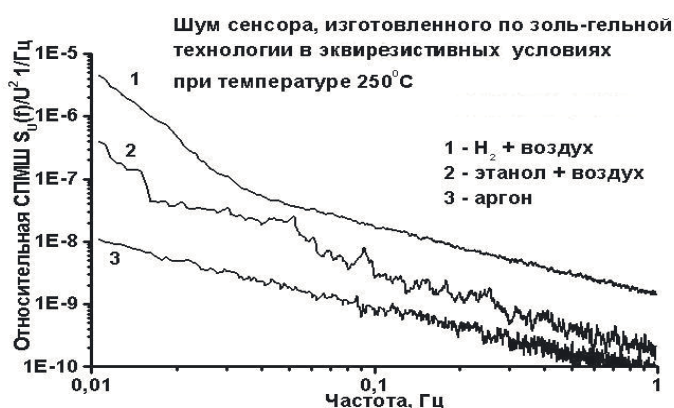


Рисунок 1. Шум сенсора, изготовленного по золь-гельной технологии в эквирезистивных условиях.

удаления грубодисперсной фракции в течение нескольких часов. Оставшаяся мелкодисперсная фракция наносилась на поверхность подложки центрифугированием. После этого подложка просушивалась при температуре $250\text{ }^\circ\text{C}$ и прокаливалась при температуре примерно $750\text{ }^\circ\text{C}$. Газочувствительный слой второго типа изготавливались из порошков диоксида олова, получаемого методом осаждения из водных растворов сульфата олова[4]. После отмывки и прокаливания порошки модифицировались введением

мелкодисперсного металлического Pd (до 2.5%) и смешивались со специальными стабилизаторами (органическая связка на основе терпениола и этилцеллюлозы). Полученная паста наносилась на подложку методом трафаретной печати и вжигалась при температуре $750\text{ }^\circ\text{C}$ в течение 15 мин. Газочувствительный слой третьего типа приготавливался аналогично второму, только дополнительно проводилась модификация поверхности нанесением на нее Pt (до 2.5 %) методом пропитки из водного раствора.

Для исследования поведения СПМШ при хемосорбции сенсор помещался в ячейку проточного типа, температура которой изменялась от 100 до $400\text{ }^\circ\text{C}$. Все образцы показывали хорошие сенсорные характеристики: отклик при концентрации водорода в воздухе 200 ppm превышал 50 .

Измерение шумовых характеристик сенсора производилось в нейтральной среде

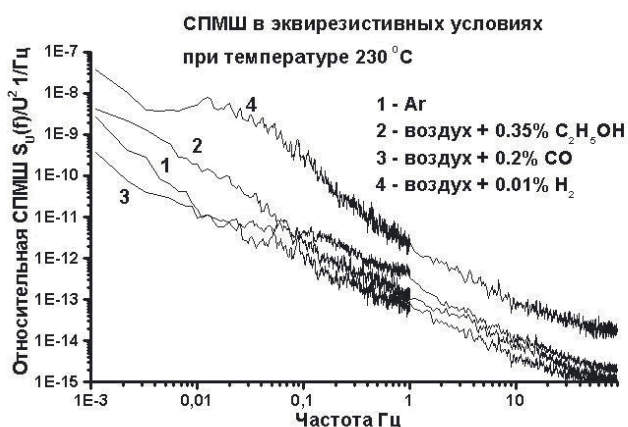


Рисунок 2. Шум сенсора $\text{SnO}_2+\text{Pd}(2.5\text{ об. \%})$, изготовленного по методу трафаретной печати в эквирезистивных условиях при температуре $230\text{ }^\circ\text{C}$.

(аргон), в окислительной среде (кислород, воздух), а также в воздушной атмосфере в присутствии газов-восстановителей (водород, пары спирта и ацетона, CO , NH_3). Для повышения воспроизводимости и достоверности результатов перед каждым измерением СПМШ для удаления адсорбированных остатков предыдущего газа проводился отжиг газочувствительного слоя сенсора при температуре $350 - 400\text{ }^\circ\text{C}$ в течение 1 часа в воздушной атмосфере. Этот отжиг был необходим в связи со значительной чувствительностью шумовых характеристик к предыстории образца. После большой серии

экспериментов, в которых совместно определялись шумовые характеристики сенсора и его отклик, была замечена зависимость между откликом сенсора и изменением его СПМШ. В подавляющем большинстве случаев заметные отклонения величин СПМШ от соответствующих величин на воздухе наступали при таких концентрациях исследуемого газа, при которых имела место частичная необратимость адсорбции (то есть сохранение на

поверхности остатков адсорбата). Однако отжиг не приводил к возрастанию сопротивления ГЧС до его исходного значения (явление “отравления” сенсора). Для “реанимации” сенсора, то есть возврата к исходным характеристикам, проводилась его тренировка. Тренировка осуществлялась периодическим напуском смеси воздуха с водородом при концентрации 500 ppm и последующей продувкой чистым воздухом. После достижения обратимости хода сопротивления на каждом этапе тренировки сенсор считался пригодным для шумовых измерений. Вышеописанная процедура приводила к достаточно полной десорбции газов, оставшихся на поверхности в результате предыдущих опытов и к восстановлению того спектра поверхностных состояний, который существовал ранее. Поскольку в области малых транспортных токов (малых напряжений смещения) наблюдались шумы, связанные с неоммичностью контактов между газочувствительным слоем и платиновыми электродами [4] в работе использовались напряжения смещения 20-30 В. Вследствие медленной релаксации шума при впуске детектируемого газа выдерживалась пауза (около 30-60 минут) в течение которой мощность шума выходила на стационарное значение. Критерием стационарности было снижение скорости дрейфа величин сопротивления и мощности шума до величины 5% в час. Использование больших напряжений смещения, выдержки времени и предварительной подготовки поверхности перед измерениями позволило добиться

воспроизводимости результатов: по абсолютной величине СПМШ для разных сенсоров одной партии отличались друг от друга не более чем в 1.5-2 раза. Без применения вышеописанной методики не наблюдалось ни количественной ни качественной воспроизводимости результатов измерений.

На рисунках 1,2,3 представлены результаты измерений СПМШ сенсоров соответственно первого, второго и третьего типа в эквирезистивных условиях. В этом случае специально подбирались такие концентрации СО и спирта, при

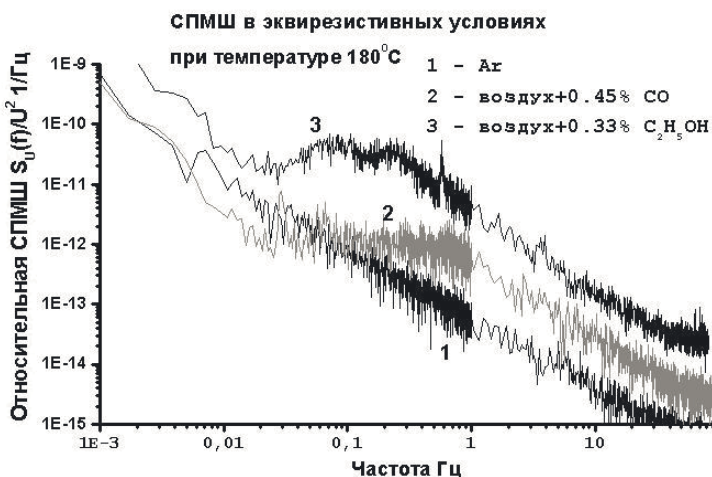


Рисунок 3. Шум сенсора SnO₂+Pd(2.5 об.%) +Pt(2.5 об.%), изготовленного по методу трафаретной печати в эквирезистивных условиях при температуре 180 °С.

которых сопротивление сенсора было бы одинаковым и равнялось некоему эталону, за которое принималось сопротивление сенсора в нейтральной среде (газ аргон). Это возможно из-за того, что донорное действие газов-восстановителей (H₂, СО и этанола), приводящее к уменьшению сопротивления, уравновешивалось акцепторным действием содержащегося в воздухе кислорода (акцепторное действие приводит к увеличению сопротивления полупроводника n-типа) В этом случае удастся нивелировать изменение шумовых характеристик сенсора вследствие изменения его сопротивления. Температуры измерения СПМШ выбирались такими, чтобы различие спектров в разных средах было наибольшим. Кроме этого при данных температурах сенсоры показывали хорошую чувствительность ко всем исследуемым газам, и их показания уже практически не зависели от влажности воздуха.

Из приведенных рисунков видно, что при одном и том же сопротивлении и одинаковых температуры СПМШ в разных средах отличаются не только количественно, но и имеет качественно различный вид. Тренды СПМШ датчиков всех типов в нейтральной среде хорошо аппроксимируются обратной степенной зависимостью с показателем степени, близким к 1. Можно видеть, что в нейтральной среде сенсор показывает “классический” фликкер-шум на протяжении почти пяти декад частоты. При хемосорбции, как правило, появляется существенная нелинейность тренда СПМШ и даже наблюдается его рост с

частотой (кривая 4 рисунка 2 и кривая 2 рисунка 3). Подобное увеличение СПМШ невозможно объяснить на основании модельных представлений о происхождении шума вследствие захвата носителей тока ловушками. Эти модели сводят результирующий спектр к сумме лоренцевских спектров независимых шумящих центров, а их суммированием невозможно получить рост СПМШ с частотой.

Еще более странным с традиционной точки зрения на природу шума в полупроводнике представляется СПМШ в среде паров спирта (кривая 3 рисунка 3). Заметны несколько размытых максимумов с кратными частотами: 0.08, 0.24, 0.56 Гц. Наличие широких максимумов на трендах СПМШ можно связать с возникновением неких автоколебательных процессов, которые трудноразличимы в широкополосном шумовом $1/f$ -сигнале. Можно предположить наличие нескольких механизмов возникновения шума, независимых друг от друга и дающих некоррелированные вклады в общий шум. Величина этого вклада может зависеть от внешних параметров, таких как температура и концентрация активного газа. Совокупность экспериментальных данных приводит к выводу о наличии некоторых оптимальных сочетаний температуры и концентрации газа, при которых автоколебательные процессы имеют максимальную интенсивность. Таким образом, можно сделать вывод о существенном влиянии хемосорбционных процессов на шум газочувствительных слоев.

Измерение СПМШ в эквивалентных условиях показывает принципиальную возможность определения природы газов, что недостижимо обычными резистивными измерениями. Например, при температуре поверхности датчика 180°C спирт с концентрацией паров 0.33 % и СО с концентрацией 0.45 % приводят к одинаковому относительному изменению электропроводности и поэтому неразличимы. Снятие же шумовой характеристики позволяет качественно определить состав газовой фазы, поскольку шумовые характеристики сенсора в большей степени зависят от индивидуальных особенностей химизма взаимодействия адсорбата с поверхностью. Таким образом, исследование шума открывает путь к селективному детектированию газов и паров.

Литература

1. Низкочастотные шумы в поликристаллических полупроводниковых пленках (Обзор) / А.М.Гуляев, И.Н.Мирошникова // Шумовые и деградиационные процессы в полупроводниковых приборах: Материалы докл. науч.-техн. семинара (Москва, 2-5 декабря 1996 г.) М.: МНТОРЭС им. А.С.Попова, 1997. С. 177-182.
2. Шумовые свойства пленок SnO_x / И.Н.Мирошникова, А.М.Гуляев, И.Б.Варлашов, О.Б.Мухина, О.Б.Сарач, А.Б.Иванова // Шумовые и деградиационные процессы в полупроводниковых приборах: Материалы докл. науч.-техн. семинара (Москва, 2-5 декабря 1996 г.) М.: МНТОРЭС им. А.С.Попова, 1997. С. 177-182.
3. Установка для измерения низкочастотных токовых шумов в полупроводниковых газовых сенсорах / Р. Б. Угрюмов, А. В. Шапошник, В. С. Воищев, П.В. Яковлев, Д.С. Кирнов // Шумовые и деградиационные процессы в полупроводниковых приборах: Материалы докл. науч.-техн. семинара (Москва, 2-6 декабря 2002 г.) М.: МНТОРЭС им. А.С.Попова, 2003.
4. Быстродействие полупроводниковых металлоксидных толстопленочных сенсоров и их чувствительность к различным газам в воздушной газовой среде./ В.В. Малышев, А.В.Писляков. // Сенсор. 2001. № 1, С. 2-15.
5. С.Ф.Тимашов. Российский химический журнал XLI, 3, 17 1997г.

ФОРМАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ НА ЭТАПЕ СТРУКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЛАНОВ ОБРАБОТКИ

Хлыстов М. В.

Д. т. н., профессор, зав. каф. Технологии машиностроения Старостин В. Г.
ДВГТУ, Владивосток, Россия

Hlystov M. V.

Dr. Sc., prof., Head of Chair of Technology of mechanical engineering Starostin V. G.
FESTU, Vladivostok, Russia
Hlystov_M_V@mail.ru

Аннотация

Предложена формальная модель представления технологических возможностей обработки резанием для использования в системе структурного проектирования планов обработки поверхности детали. Отличительной особенностью модели является возможность хранить историю собственного развития. Сформулирован общий принцип организации данных такой модели. Определены операции добавления новых данных, расширения структуры информационной составляющей модели.

Abstract

The formal model of cut process technological opportunities, suitable for use in structural designing plans of detail's surface processing system is considered. Distinctive feature which, the opportunity to store a history of own development is that allows reducing number of operations for information making model. The general principle of a data structure of such model is formulated, allowing supervising its adequacy to a task of structural designing of plans processing. Operations of addition of the new data, and as expansions of structure of model are determined.

При проектировании планов обработки поверхности резанием можно выделить две ключевые задачи [3]:

1. Формирование множества методов обработки и их параметров, которые могут обеспечить получение некоторого заранее заданного состояния поверхности после обработки, за один рабочий ход.
2. Определение состояния поверхности до обработки, гарантирующего для соответствующего метода, возможность перевода поверхности в заданное после обработки состояние

Основой для их решения является формальная модель технологических возможностей обработки, пригодная для использования на этапе структурного проектирования планов обработки.

Зависимость между параметрами обработки и изменением поверхности при обработке (ИПО) можно представить функцией, которая для заданного состояния поверхности после

обработки позволит определить пару: поверхность до обработки – параметры обработки резанием:

$$F_{np}: P_{\text{после}} \rightarrow P_{\text{до}} \times C_m, \quad (1)$$

где $P_{\text{после}}$ – множество поверхностей после обработки; $P_{\text{до}}$ – множество поверхностей до обработки; C_m – множество ступеней обработки.

Понятие степень обработки [1] характеризует обработку одной поверхности детали за один рабочий ход, с учетом упрощенного представления обработки на этапе структурного проектирования планов обработки.

Поверхность детали представляет собой кортеж

$$\langle PA_1, PA_2, \dots, PA_n \rangle, \quad (2)$$

где PA_i – i -й атрибут поверхности, который определяет некоторый ее параметр и характеризуется некоторым доменом, а так же текущим значением из этого множества.

Степень обработки представляет собой кортеж

$$\langle PO_1, PO_2, \dots, PO_m \rangle, \quad (3)$$

где PO_i – i -й атрибут ступени обработки, который определяет некоторый ее параметр и характеризуется некоторым доменом, а так же текущим значением из этого множества.

Количество и состав атрибутов описывающих поверхность или степень обработки резанием определяется следующими критериями:

1. измеримость соответствующего параметра;
2. практическая ценность (для поверхности – это степень влияния на конструкторские характеристики детали, для ступени – это степень влияния на изменение поверхности при обработке).

Функция (1), описанная выше, должна представлять факты обработки резанием в определенных условиях. Объем информации, необходимый для представления всех возможных вариантов обработки, определяется выражением:

$$|F_{np}| = \prod_{i=1}^n |PA_i| \cdot \prod_{i=1}^m |PO_i|, \quad (4)$$

где $|PA_i|$ – мощность i -го атрибута поверхности, $|PO_i|$ – мощность i -го атрибута ступени обработки.

Объем информации характеризуется экспоненциальной зависимостью количества данных, необходимых для представления функции от числа атрибутов, представляющих поверхность и обработку.

Для того чтобы его уменьшить, разобьем функцию на несколько независимых подфункций более простого вида. Для этого предложено разбиение, включающее одну основную функцию, которая отражает зависимость: степень обработки – ИПО (назовем ее функция обработки резанием) и множество вспомогательных функций, которые отражают возможные с технологической точки зрения сочетания параметров поверхности и/или ступени обработки. В настоящий момент выделены следующие вспомогательные функции: материал поверхности – вид обработки; доступность поверхности для обработки – вид обработки; форма поверхности – вид обработки; габариты поверхности – вид обработки.

Условимся представлять все эти функции в виде таблиц. Это диктуется дискретным характером представляемых данных и невозможностью их компиляции в аналитические зависимости.

Выбор (проектирование) ступеней обработки использующее множество функций названных выше, основано на алгоритме, реализованном в виде недоопределенной модели [2], преимущество которого в его инвариантности по отношению ко всем изменениям атрибутов поверхности и ступени обработки.

Технологическая информация, описывающая обработку резанием, имеет свойство изменяться со временем. Поэтому необходима методика организации данных полученных в разное время в различных условиях, для различных структурных представлений функции обработки резанием.

Рассмотрим заполнение гипотетической таблицы, атрибуты которой полностью описывают все параметры поверхности и обработки резанием. Если не делать предположений о характере зависимости между параметрами обработки и результирующей поверхностью, то необходимо провести исследования ИПО для всех возможных сочетаний значений параметров обработки и начальной поверхности.

Полученные значения представляют собой таблицу (функцию) измерения:

$$\Phi_{\text{изм}}: Cm \times P_{\text{до}} \rightarrow P_{\text{после}} \quad (5)$$

Ее несложно превратить в таблицу (функцию) обработки резанием, рассмотренную выше. Практически построить таблицу измерения, которая будет описывать все возможные варианты резанием невозможно, так как: потребуется большое количество дорогостоящих экспериментов. Тем более, что структурное проектирование планов обработки поверхности подразумевает учет лишь небольшого числа параметров обработки, которые оказывают значительное влияние на ИПО.

Следовательно, необходимо и возможно использовать упрощенное представление поверхности и ступени обработки. Здесь возможны два метода: исключение слабо влияющих на ИПО параметров и уменьшение мощности множества допустимых значений атрибутов (за счет введения разбиения таких множеств). Такое упрощенное представление с одной стороны уменьшает размер таблицы обработки резанием, а с другой создает проблему выбора точки измерения и интерпретации полученных данных. Будем использовать верхний индекс, чтобы показать степень упрощения: чем сложнее представление, тем больше индекс, для реальных объектов он будет ∞ .

Рассмотрим упрощенную функцию $\Phi_{\text{изм}}^i$. Некоторому фиксированному значению ее аргументов Cm_1^i и $P_{\text{до}1}^i$ будет соответствовать множество поверхностей после обработки:

$$P_{\text{послеВ}} = \left\{ \Phi_{\text{изм}}^{\infty} (Cm_1^i + x, P_{\text{до}1}^i + y), \forall x \in Cm_{\text{доп}}, \forall y \in P_{\text{доп}} \right\}, \quad (6)$$

где $Cm_{\text{доп}}$ и $P_{\text{доп}}$ – множества значений параметров, которые не вошли в упрощенное представление ступени и поверхности; «+» – операция объединения различных частей кортежа в один.

Множество $P_{\text{послеВ}}$ образуется в результате варьирования тех параметров, которые не отражены в модели. Но, нам необходимо выбрать только одно значение упрощенной функции измерения $P_{\text{после}1}^i$. Причем такое, что при проектировании переходов обработки, окажется, что выбранная ранее ступень, не может быть трансформирована в переход, который позволит получить поверхность не хуже чем $P_{\text{после}1}^i$. Что бы всегда удовлетворять данному условию, поверхность, выбранная из множества $P_{\text{послеВ}}$, должна быть наихудшей, то есть являться нижней гранью множества $P_{\text{послеВ}}$. Сформулированный принцип отбора назовем принципом «наихудшего перехода»:

В соответствии с этим принципом процесс заполнения таблицы измерения будет протекать следующим образом.

1. Для фиксированных значений тех параметров поверхности до обработки и ступени, которые вошли в модель, подбираются такие значения не учитываемых параметров, при которых, поверхность после обработки будет наихудшей.
2. Полученное значение поверхности после обработки заносится в новую строку таблицы вместе с поверхностью до обработки и ступенью обработки.

На этапе структурного проектирования планов обработки важна общая последовательность выполнения переходов для отдельно рассматриваемой поверхности. Данные, хранимые в таблице обработки резанием, отвечающая принципу «наихудшего перехода», будет адекватна решаемой с помощью нее задачи. Так как переход, выбранный с ее помощью, при любых дополнительных условиях позволит получить ИПО, учитываемую при проектировании обработки и последовательность обработки не будет «разорвана».

Структура сформированной таким образом таблицы не может оставаться постоянной, так как в результате развития технологии обработки резанием изменяются старые и появляются новые методы обработки, что требует введения динамических свойств в модель, то есть возможность расширять представление поверхности или ступени новыми атрибутами. Предлагается сохранять историю развития таблицы обработки резанием. То есть при добавлении новых колонок в таблицу (добавление новых атрибутов в описание технологических свойств обработки) старая таблица не будет удаляться и информация из нее будет продолжать использоваться. Такой подход диктуется сложностью проведения экспериментальных исследований по формированию таблицы, а также тем, что в большинстве случаев новые расширенные данные необходимы лишь в небольшом диапазоне значений старых атрибутов.

Необходимо решить задачу организации «старых» и «новых» данных и корректировки строк «старой» таблицы, которые потеряли свою актуальность.

Основным принципом в этом случае будет принцип «наихудшего перехода». Это означает, что строки из старых представлений таблицы должны содержать «наихудшее» из множества поверхностей после обработки. Такое множество формируется для каждой строки старой таблицы путем отбора значений поверхности после обработки из таблицы более подробного представления. Отбираются те строки, которые содержат те же значения в соответствующих колонках, что и рассматриваемая строка старой таблицы.

Для упрощения манипулирования данными предлагается объединить различные стадии развития таблицы обработки резанием в одну комплексную таблицу. Состав колонок такой таблицы определяется наиболее полной таблицей из множества. Для разделения строк различных таблиц в дополнение к множеству возможных значений каждого атрибута вводится символ \emptyset (NULL), показывающий, что соответствующий атрибут не учитывался при формировании данной строки таблицы. Строки новой таблицы не будут содержать символа \emptyset , но чем менее подробным будет представление технологических возможностей, тем больше символов \emptyset встретится в соответствующей строке, и, следовательно, тем более старой будет таблица, которая содержала данные строки.

Процесс обеспечения корректности данных, содержащихся в таблице, заключается в следующих операциях:

- после добавления новых колонок в таблицу необходимо в существующие строки, в ячейки соответствующие новым колонкам записать символ \emptyset ;
- после добавления новых строк необходимо контролировать актуальность «старых» строк на выполнение принципа «наихудшего перехода», те строки, которые не удовлетворяют ему, корректируются.

Практическая реализация модели, представляющей технологические возможности обработки резанием, основана на использовании реляционного представления рассмотренных таблиц, расширенного алгоритмами добавления новых данных в таблицу, расширения структуры таблицы и проектирования ступени обработки.

На кафедре технологии машиностроения ДВГТУ (Владивосток) разрабатывается программа проектирования планов обработки поверхности детали, а также проводятся экспериментальные исследования по формированию соответствующей базы данных технологических возможностей токарной обработки резанием.

Литература

1. Комиссаров В. И., Леонтьев В. И. Точность, производительность и надежность в системе проектирования технологических процессов – М: Машиностроение, 1985, 224 с.
2. Нариньяни А. С., Телерман В. В., Швецов И. Е. Программирование в ограничениях и недоопределенные модели // Информационные технологии, 1998, №7, с. 13 – 22.

3. Старостин В. Г., Лелюхин В. Е. Формализация проектирования процессов обработки резанием – М: Машиностроение, 1986 г., 136 с.

АЛГОРИТМ ПРОГНОЗИРУЮЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ С НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛЮ ОБЪЕКТА ДЛЯ НЕЖЕСТКОГО МАНИПУЛЯТОРА

Шипитько И.А.

Научный руководитель к.т.н., доцент Змеу К.В.

Дальневосточный государственный технический университет
Владивосток, Россия

PREDICTIVE CONTROL ALGORITHM WITH NEURAL NETWORK MODEL FOR FLEXIBLE LINK ROBOT

Ilya A. Shipitko

Academic advisor Ph.D., assistant professor Konstantin V. Zmeu

Far Eastern Technical University, Vladivostok, Russia

E-mail: i_revolver@mail.ru, zmeu@irex.vl.ru

Аннотация

В работе исследуется алгоритм прогнозирующего управления с нейросетевой моделью динамики объекта применительно к контуру управления положением нежесткого звена манипулятора в условиях неполной априорной информации о параметрах нежесткого звена. Произведено моделирование контура управления, показавшее эффективность работы предлагаемого регулятора.

Abstract

In this paper, the predictive control algorithm with neural network model is investigated for closed-loop tip position control of single-link flexible arm assuming the limitation of a priori knowledge about flexible arm dynamics. Numerical simulation results are provided which show that the proposed controller is effective.

Синтез системы управления движениями промышленного манипуляционного робота с целью обеспечить требуемые показатели точности управления траекторией и позиционирования рабочего органа усложняется тем, что приходится иметь дело с нестационарной нелинейной системой с взаимозависимыми параметрами. На низких скоростях действием взаимовлияющих динамических сил можно пренебречь и использовать независимое управление координатами с помощью типовых ПИД-регуляторов. Данный подход получил широкое применение в большинстве приложений. Манипуляционные роботы с нежесткими звеньями характеризуются более высоким быстродействием, меньшей потребляемой мощностью, меньшей материалоемкостью и стоимостью изготовления по сравнению с жесткими манипуляторами, но обладают повышенным уровнем собственных колебаний и деформаций звеньев под действием собственного веса, инерционной и полезной нагрузки. Для управления такими манипуляторами распространен подход, получивший название *метода вычисляемых моментов* [1], основанный на использовании в явном или неявном виде модели инверсной динамики манипулятора для вычисления дополнительных управляющих воздействий, подаваемых в независимые приводы координат в дополнение к основным регуляторам, работающим по ошибке положения звеньев, для компенсации нелинейных компонентов динамики манипулятора. Однако построение точной модели инверсной динамики на практике неосуществимо в силу отсутствия полной априорной информации о параметрах объекта управления, а алгоритмы адаптивной настройки параметров модели достаточно сложны в силу отсутствия унифицированного подхода. В

работах [2-5] приведены варианты алгоритмов управления, основанные на методе вычисляемых моментов и использующие модели динамики манипулятора, построенные на основе искусственных нейронных сетей (ИНС). Преимуществом таких моделей является отсутствие необходимости использования априорной информации об объекте управления, поскольку идентификация динамики путем обучения ИНС – модели на входных и выходных сигналах объекта может выполняться как при настройке системы управления, так и во время работы. В данной работе исследуется применение в контуре управления одной координатой нежесткого звена манипулятора алгоритма управления, основанного на использовании в явном виде модели динамики объекта, а именно прогнозирующего управления (predictive control) [6], причем в качестве прогнозирующей модели используются прямая либо инверсная ИНС-модель динамики нежесткого звена.

Рассмотрим синтез регулятора с позиции метода прогнозирующего управления [6].

Предположим, динамика объекта известна и при заданной дискретности T_s контура

управления объект описывается передаточной функцией (1)

$$W(z) = \frac{b_1 z + b_0}{a_n z^n + a_{n-1} z^{n-1} + \dots + a_1 z + a_0} \quad (1)$$

Из (1) получим разностное уравнение динамики объекта управления (2).

$$y(k) = \frac{1}{-a_n} \sum_{i=1}^n a_{n-i} \cdot y(k-i) + \frac{1}{a_n} \sum_{i=1}^m b_{m-i+1} u(k-i) \quad (2)$$

Здесь $y(k), y(k-1), \dots, y(k-n), u(k-1), \dots, u(k-m)$ – текущее и предшествующие значения выходной и входной координат объекта управления. Переписав уравнение (2) относительно $k+1$ интервала, получим уравнение прогнозирующей модели (3),

$$y_p(k+1|k) = \sum_{i=1}^n e_i y(k-i+1) + \sum_{i=1}^{m+1} g_i u(k-i+1), \quad e_i = \frac{a_{n-i}}{-a_n}, \quad g_i = \frac{b_{m-i}}{a_n} \quad (3)$$

позволяющее для задаваемого управления $u(k)$ рассчитать предполагаемое значение выхода $y(k+1)$ на один интервал дискретности вперед с учетом предшествующего изменения входной и выходной координат.

Основной принцип управления с прогнозом, сформулированный в [6], состоит в нахождении в каждом интервале дискретности k такого управления $u(k)$, которое, будучи приложенным к объекту, обеспечит совпадение прогнозируемого значения выхода $y_p(k+1|k)$ для следующего интервала управления $k+1$ с желаемым значением выхода $Y_o(k+1|k)$ для этого интервала, т.е.

$$(4)$$

Рассмотрим ситуацию, изображенную на Рис.1. Пусть для текущего интервала управления k заданное значение выхода составляет Y_3 , а текущее значение выхода равно $y(0)$, тогда для

обеспечения желаемой формы переходного процесса значение $Y_o(k+1|k)$ должно принадлежать плавной и физически реализуемой образцовой траектории, начинающейся со значения $y(0)$ и достигающей задания Y_z через λ интервалов управления, от выбора λ зависит динамика замкнутого контура управления. В следующем интервале управления вычисление $Y_o(k+1|k)$ должно повторяться для новых значений Y_z и $y(0)$. Выбрав динамическое звено с передаточной функцией, дающей желаемую форму переходного процесса, мы можем произвести над ним процедуру дискретизации по образцу (1) – (3) и получить уравнение для нахождения желаемого выходного значения (5).

(5)

Здесь p, q – порядок разностного уравнения, α_i и β_i – весовые коэффициенты, рассчитываемые аналогично (3). С учетом приведенного выше основного принципа управления с прогнозом (4) из (3) мы можем получить закон управления, реализуемый регулятором (6).

$$u(k) = \frac{1}{g_1} \left(Y_o(k+1|k) - \sum_{i=1}^n e_i y(k-i+1) - \sum_{i=2}^{m+1} g_i u(k-i+1) \right)$$

(6)

Необходимость априорного знания динамики объекта для нахождения коэффициентов прогнозирующей модели (5) можно обойти, как было сказано выше, используя ИНС-модель динамики объекта. Предположим, динамика объекта управления неизвестна, тогда, подавая на его вход различные тестовые сигналы и фиксируя значения входа и выхода с интервалом T_s , мы можем сформировать некоторое множество Ω , состоящее из регрессионных наборов сигналов для каждого k -того интервала (9).

$$\Omega(k) = \{y(k+1), y(k), y(k-1), \dots, y(k-n), u(k), u(k-1), \dots, u(k-m)\}$$

(7)

Используя множество Ω как обучающую выборку при создании ИНС-моделей, мы можем получить два класса нейросетевых моделей динамики объекта. К первому классу

$$y(k+1) = f(y(k), y(k-1), \dots, y(k-n), u(k), u(k-1), \dots, u(k-m))$$

отнесем модели, обученные выполнять преобразование:

и являющиеся прямыми моделями динамики объекта. Если такая модель создана в формате линейного нейрона:

$$y(k+1|k) = \sum_{i=1}^n w_i y(i-1) + \sum_{i=n+1}^m w_i u(i-n-1) + w_o$$

(8)

где w_i и w_o - весовые коэффициенты и смещение обученного нейрона соответственно, то закон управления (6) с учетом (8) можно переписать в виде (9)

$$u(k) = \frac{1}{w_{n+1}} \left(Y_o(k+1|k) - \sum_{i=1}^n w_i y(i-1) - \sum_{i=n+2}^m w_i u(i-n-1) - w_o \right)$$

(9)

Ко второму классу отнесем нейросетевые модели, обученные выполнять преобразование $u(k) = f(y(k+1), y(k), y(k-1), \dots, y(k-n), u(k-1), \dots, u(k-m))$ и являющиеся моделями инверсной динамики объекта. Для данного класса моделей закон управления с учетом основного принципа управления с прогнозом (4) приобретает вид (10),

$$u(k) = f(Y_{o(k+1|k)}, y(k), y(k-1), \dots, y(k-n), u(k-1), \dots, u(k-m)) \quad (10)$$

где $f(\bullet)$ -преобразование, выполняемое ИНС-моделью. Для класса инверсных моделей снимаем ограничение на внутреннюю архитектуру сети в виде линейного нейрона, поэтому преобразование $f(\bullet)$ может быть нелинейным, что позволяет создавать достаточно точные модели динамики существенно нелинейных объектов. Отметим, что, несмотря на то, что модель (8) является прямой моделью динамики объекта, закон управления (9) является по сути инверсным преобразованием динамики для желаемого значения выходной координаты $Y_{o(k+1|k)}$, полученным путем решения уравнения (9) относительно компонента $u(k)$.

Поскольку для нейросетевых моделей существуют унифицированные процедуры обучения в рамках аппарата ИНС, адаптивная подстройка параметров прогнозирующей модели к изменяющимся во времени параметрам объекта может быть реализована путем дообучения сети по мере накопления новых регрессионных наборов сигналов $\Omega(k)$ при работе.

Для проверки работы алгоритмов было произведено моделирование контура управления положением нежесткого однозвенника в среде Matlab / Simulink. Приведя нежесткое звено к двухмассовой системе с обобщенными параметрами и используя уравнение Лагранжа-Эйлера, упрощенную модель динамики нежесткого звена при вращении в горизонтальной плоскости [7] можно записать в виде (11).

$$\begin{aligned} J_h \ddot{\theta} + m\delta^2 \ddot{\theta} + mL^2 \ddot{\theta} + 2m\delta\dot{\delta}\dot{\theta} + mL\dot{\delta} &= \tau \\ m\ddot{\delta} + mL\ddot{\theta} - m\delta\dot{\theta}^2 + k\delta &= 0 \end{aligned} \quad (11)$$

Здесь θ и τ - угловая координата и вращающий момент в приводе, δ - смещение конечной точки звена относительно жесткой оси, L - длина звена, J_h и m - эквивалентные параметры момента инерции и массы звена.

На Рис.2 приведены результаты моделирования управляющего контура при использовании закона управления (9) с параметрами нежесткого звена $L = 1.2$, $k = 200$, $J_h = 2$, $m = 2.5$. Идентификация динамики объекта производилась на тестовом сигнале в виде прямоугольных импульсов случайной амплитуды в диапазоне $[-1; 1]$ с интервалом дискретизации $T_s = 0.1$ с и глубиной регрессии $n = m = 4$. На полученной выборке объемом 1000 регрессионных наборов обучена нейросетевая модель прямой динамики в формате линейного нейрона (8) до достижения среднеквадратичной ошибки на обучающей выборке порядка 10^{-6} . Создание и обучение ИНС-модели осуществлялось с помощью функций пакета Neural Network Toolbox из комплекта Matlab, использовался алгоритм обратного распространения ошибки совместно с алгоритмом оптимизации весов и смещений Левенберга-Марквардта. Динамика привода полагалась малозначительной в сравнении с инерционностью нежесткого звена. Для моделирования физических ограничений по

мощности в приводе на вычисленное управляющее воздействие накладывалось ограничение $|u(k) - u(k-1)| \leq 0.5$.

Дальнейшим развитием данной работы является расширение интервала прогноза нейросетевой модели на горизонт λ (см. Рис.1) с последующим использованием данной модели для вычисления оптимального управления в соответствии с *расширенным принципом прогнозирующего управления* [6].

Для проверки предлагаемых алгоритмов на реальном объекте в настоящее время на кафедре Автоматизированных производственных систем ДВГТУ создается лабораторная модель плоского двухзвенного манипулятора с существенно нежесткими звеньями.

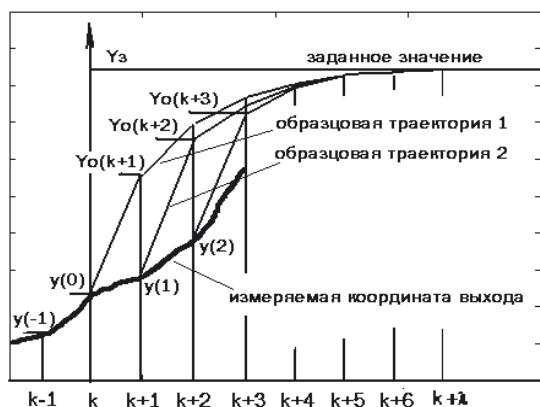


Рис.1 Выбор образцовой траектории

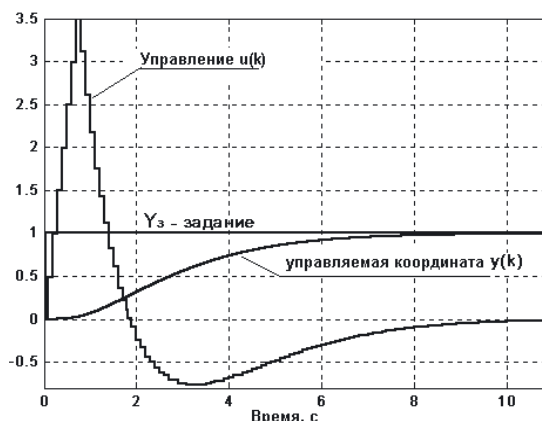


Рис.2 Переходный процесс и управление в замкнутом контуре

Литература

1. Шахинпур М. Курс робототехники: Пер. С англ. – М.: Мир, 1990.
2. Sameer M. Prabhu, Devendra P. Garg, 'Artificial neural network based robot control: An overview', Journal of Intelligent and Robotic Systems, vol. 15, pp. 333 – 365, 1996.
3. Jorge I. Arciniegas, Adel H. Eltimsahy, Krzysztof J. Cios, 'Neural-network-based adaptive control of flexible robotic arms', Neurocomputing, vol. 17 (1997), pp. 141 – 157.
4. Roselito A. Teixeira, Antonio de P. Braga, Benjamin R. De Menezes, 'Control of robotic manipulators using artificial neural networks with on-line adaptation', Neural Processing Letters, vol. 12, pp. 19 – 31, 2000.
5. Young H. Kim, Frank L. Lewis, Darren M. Dawson, 'Intelligent optimal control of robotics manipulators using neural networks', Automatica, vol. 36 (2000), pp. 1355 – 1364.
6. Juan M. Martin Sanchez, Jose Rodellar, Adaptive Predictive Control: From the concepts to plant optimization, Prentice Hall International (UK) Limited, 1996.
7. G. Zhu, T.H. Lee, S.S. Ge, 'Tip tracking control of a single-link flexible robot: a backstepping approach', Dynamics and Control, 7, 1997, pp. 341-360.

ЗАВИСИМОСТЬ ШУМА КВАНТОВАНИЯ И ЭНТРОПИИ СКАЙЛ ПОЛОСЫ ОТ ШАГА КВАНТОВАНИЯ

Ганин А.Н.

научный руководитель д.т.н., проф. Брюханов Ю.А.

Ярославский государственный университет им. П.Г.Демидова, Ярославль, Россия

DEPENDENCE OF QUANTIZATION NOISE AND ENTROPY OF SCALE BAND ON QUANTIZATION STEP-SIZE

Ganin A.N.

scientific adviser Ph.D. Bryuhanov Yu.A.

Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia

e-mail: dcslab@uniyar.ac.ru

Аннотация

В работе находится зависимость мощности шума квантования и энтропии масштабной копии изображения, полученной с помощью вейвлет преобразования, от величины шага квантования.

Abstract

We discover the dependence of quantization noise and entropy of scale band of wavelet transform on quantization step-size.

Введение

В настоящее время вейвлет преобразование [1] нашло широкое применение, в частности, в области сжатия изображений. В большинстве алгоритмов сжатия, использующих вейвлеты, применяется равномерное квантование вейвлет коэффициентов, в то же время применение различного шага квантования для разных полос вейвлет преобразования позволит повысить эффективность алгоритмов. Для того, чтобы разрабатывать такие алгоритмы нужно знать [2]:

- каким образом шум квантования и энтропия восстановленного изображения зависит от шума квантования и энтропии той или иной полосы;
- каким образом шум квантования и энтропия той или иной полосы зависит от величины шага квантования.

Зависимость шума квантования от шага квантования

Величину квантованного отсчета можно представить как:

$$x^q = \frac{1}{S} \text{round}(S \cdot x), \quad (1)$$

$$0 < S \leq 1,$$

где x – значение отсчета, S - шаг квантования, x^q - квантованное значение отсчета.

Ошибка квантования:

$$e = x - x^q.$$

Из (1):

$$e = x - \frac{1}{S} \text{round}(S \cdot x).$$

Диапазон изменения ошибки:

$$-\frac{1}{2} \leq S \cdot x - \text{round}(S \cdot x) \leq \frac{1}{2},$$

$$-\frac{1}{2S} \leq x - \frac{1}{S} \text{round}(S \cdot x) \leq \frac{1}{2S}.$$

Шум квантования [3]:

$$\sigma^2 = \langle (x - \frac{1}{S} \text{round}(S \cdot x))^2 \rangle,$$

где $\langle \dots \rangle$ - операция усреднения.

В предположении, что распределение ошибки квантования является равномерным [3]:

$$\sigma^2 = \int_{-\frac{1}{2S}}^{\frac{1}{2S}} S \cdot x^2 dx = \frac{1}{12 \cdot S^2}. \quad (2)$$

Формула (2) определяет зависимость шума квантования в масштабной копии изображения от шага квантования.

Зависимость энтропии масштабной копии изображения от шага квантования

Энтропия определяется как [4]:

$$I = -\sum_n P(n) \log_2 P(n). \quad (3)$$

Найдем зависимость изменения величины энтропии от шага квантования.

Для шага квантования $S=1$ энтропия определяется формулой (1). Допустим, что распределение вероятности значений отсчетов вблизи точки n является линейным, тогда:

$$P'(n) = \frac{P(n)}{S},$$

где $P'(n)$ - вероятность отсчета n , при шаге квантования меньшем единицы, $P(n)$ – вероятность отсчета n , при шаге квантования равном единице

Изменение энтропии:

$$\Delta I = -\sum_{n=0}^{N-1} P(n) \log_2 P(n) + \sum_{m=0}^{S \cdot N - 1} P'(m) \log_2 P'(m) = -\sum_{n=0}^{N-1} P(n) \log_2 P(n) + \sum_{m=0}^{S \cdot N - 1} \frac{P(m)}{S} \log_2 \frac{P(m)}{S} =$$

$$= -\sum_{n=0}^{N-1} P(n) \log_2 P(n) + \sum_{m=0}^{S \cdot N - 1} \frac{P(m)}{S} (\log_2 P(m) + \log_2 \frac{1}{S}),$$

поскольку

$$\sum_{n=0}^{N-1} P(n) \log_2 P(n) = \sum_{m=0}^{S \cdot N-1} \frac{P(m)}{S} \log_2 P(m),$$

$$\Delta I = \log_2 \frac{1}{S}, \quad (4)$$

$$I_s = I_1 - \log_2 \frac{1}{S}, \quad (5)$$

где I_s -энтропия при шаге квантования S , I_1 - энтропия при шаге квантования единица.

Формула (5) определяет зависимость изменения энтропии масштабной копии изображения от изменения шага квантования.

Экспериментальные исследования

В таблице 1 приведены значения рассчитанной по формуле (2) и полученной экспериментально мощности шума для изображения Lena и различных шагов квантования (вейвлет Daub 16, одна стадия двумерного разложения).

Таблица 1.

Шаг квантования	Рассчитанное значение σ_x^2	Измеренное значение σ_x^2
0,2	2,08	2,06
0,4	0,52	0,53
0,6	0,23	0,23
0,8	0,13	0,13
1	0,08	0,08

В таблице 2 приведены значения рассчитанной по формуле (5) и полученной экспериментально энтропии для изображения Lena и различных шагов квантования. (вейвлет Daub 16, одна стадия двумерного разложения).

Таблица 2.

Шаг квантования	Рассчитанное значение I	Измеренное значение I
0,2	6,10	6,12
0,4	7,10	7,12
0,6	7,68	7,7
0,8	8,10	8,11
1	8,42	8,42

Заключение

Формулы (2) и (5) определяют зависимость шума квантования и энтропии масштабной копии изображения от шага квантования. Получение аналогичных зависимостей для вейвлет полос, а также получение зависимостей характеристик изображения от характеристик полос преобразования позволит разрабатывать более эффективные алгоритмы сжатия изображений.

Литература

1. I. Daubechies, *Ten Lectures on Wavelets*, SIAM, Philadelphia, 1992.
2. L. D. Davisson, "Rate-Distortion Theory and Application ", *Proceedings of the IEEE*, p. 156-164, July 1972.
3. Приоров А.Л., Ганин А.Н., Хрящев В.В. Цифровая обработка изображений: Учеб. пособие / Ярослав. гос. ун-т. – Ярославль, 2001. 218 с.
4. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Сов. радио, 1982. – 624 с.

ДВУМЕРНЫЙ РЕКУРСИВНЫЙ ЦИФРОВОЙ ФИЛЬТР ВТОРОГО ПОРЯДКА С СИММЕТРИЧНЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ*

Лебедев М.В., Рудых Д.В., Балусов И.Л.
Научный руководитель: профессор, д.т.н. Брюханов Ю.А.
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова
150000, Россия, Ярославль, ул. Советская, 14.

THE TWO-DIMENSIONAL RECURSIVE DIGITAL FILTER OF THE SECOND ORDER WITH SYMMETRICAL COEFFICIENTS

Lebedev M.V., Rudyh D.V., Balusov I.L.
Scientific adviser: Ph.D. Bryuhanov Yu.A.
Yaroslavl State University
150000, Russia, Yaroslavl, Sovetskaja st., 14.
E-mail: dcslab@uniyar.ac.ru

Аннотация

Исследован двумерный рекурсивный цифровой фильтр второго порядка с нелинейностью сумматора типа насыщение, бинарным квантованием и симметричными коэффициентами. В ходе работы обнаружено более ста различных сигналов, возможных на выходе системы. Получены аналитические выражения для областей существования различных типов движений. Построены бифуркационные портреты системы при различных видах начальных условий.

Abstract

The subject of this work is the research of nonlinear effect in two-dimensional second order recursive digital filters with the binary quantization. The dependence of signal at the output of the filter from initial conditions is received. The bifurcation portraits of two-dimensional filters of second orders are found. More than one hundred different signals at the output of this filter are discovered; also analytical expressions for areas of existence different types of motion are received.

Двумерные рекурсивные цифровые фильтры малых порядков [1-2] удобно использовать для обработки статических и динамических изображений в реальном масштабе времени, поскольку вычислительные затраты при их реализации незначительны. Одним из важнейших элементов таких фильтров является сумматор, который в реальных цифровых устройствах имеет нелинейную характеристику. Учет этой нелинейности позволяет более эффективно использовать возможности цифровых фильтров и избежать некоторых нежелательных эффектов. Примером этому может служить использование двумерного рекурсивного цифрового фильтра в качестве автономного генератора двумерных цифровых сигналов. В большинстве работ, посвященных исследованию нелинейных свойств таких систем, обычно рассматривается случай фильтров первого порядка [3]. Однако чем больше порядок фильтра, тем больше возможностей для его использования, но вместе с порядком фильтра возрастает и сложность его исследования. Данный системы являются ещё недостаточно

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Министерства образования России

изученными, и представляют большой интерес для исследования. Одним из проявлений нелинейных свойств двумерных рекурсивных цифровых фильтров является получение выходного сигнала в виде двумерного предельного цикла различного периода. В работах, посвященных фильтрам второго порядка [4-5], рассматривается случай, когда отличным от нуля является лишь отсчет $X(-2, -2)$. При возрастании числа отличных от нуля начальных условий изменяется вид бифуркационного портрета, при этом на выходе системы могут наблюдаться сигналы, невозможные для случая одного отличного от нуля начального условия.

Цель данной работы – исследование свободных колебаний в двумерном рекурсивном цифровом фильтре второго порядка с нелинейностью сумматора типа насыщение и бинарным квантованием с симметричными коэффициентами, при переборе всех единичных возможных начальных условий в квадрате $X(-2, -2)$, $X(-2, -1)$, $X(-1, -2)$ и $X(-1, -1)$, описываемого нелинейным разностным уравнением вида:

$$X(m, n) = f\{a*[X(m-1, n) + X(m-2, n-1)] + b*[X(m, n-1) + X(m-1, n-2)] + c*[X(m-1, n-1) + X(m-2, n-2)]\}, \quad (1)$$

где a , b и c – независимые коэффициенты фильтра, а функция $f\{x\}$ учитывает нелинейные свойства фильтра, её вид зависит от выбора характеристики сумматора и количества уровней квантования, которая аналитически задается следующим образом:

$$f(x) = \begin{cases} 1, & x > 0 \\ 0, & x \leq 0 \end{cases}$$

Для анализа выходного сигнала размером $L \times L$ отсчетов, нужно перебрать 2 в степени $(L+1) \times 4$ начальных условий, тогда как для фильтра первого порядка их 2 в степени $(2L+1)$, а для одномерной системы первого порядка начальным условием вообще является один отсчет. Такое количество начальных условий значительно осложняет исследование. Поэтому основное внимание уделяется исследованию сигналов на выходе при отсутствии входного воздействия и начальных условиях таких, что отличным от нуля являются только несколько отсчетов, а все остальные равны нулю. Но, уже исследуя систему при таких начальных условиях, оказывается, что некоторые результаты остаются справедливыми и на случай произвольных начальных условий.

В настоящее время не существует единой разработанной методики исследования нелинейных явлений в двумерных цифровых системах. Ранее, задачи, связанные с изучением условий зарождения предельных циклов разных периодов в результате нелинейной характеристики сумматора решались в рамках детерминированного подхода, методов символической динамики или статистическими методами. Одним из недостатков данного метода, является невозможность получить с помощью его общих результатов, т.е. приходится строить бифуркационный портрет для каждого случая начальных условий. Причем процесс построения бифуркационного портрета требовал довольно много времени и усилий. В работе для определения в пространстве параметров областей существования различных сигналов использовался новый альтернативный метод исследования двумерных цифровых рекурсивных фильтров первого и второго порядков [3-5]. Ранее, с его помощью были доказаны необходимость и достаточность областей существования предельных циклов периодов $(0, 1)$, $(1, 0)$, $(1, 1)$, отсутствия и единичного сигнала на выходе двумерного рекурсивного цифрового фильтра первого порядка для начальных условий произвольного вида. Метод основан на получении наиболее общих закономерностей при помощи анализа нелинейного разностного уравнения с учетом вида функции нелинейности. Это позволяет определить возможность реализуемости двумерного сигнала на выходе фильтра заданного порядка и найти область в пространстве параметров, ему соответствующую, а также подобрать необходимые для этого начальные условия.

Пространство параметров двумерного рекурсивного цифрового фильтра второго порядка, заданного уравнением (1), трехмерно, однако ввиду сложности восприятия и отображения трехмерных рисунков на плоскости оно представляется в виде сечений с фиксированным коэффициентом c . При изменении коэффициента c разбиение этой плоскости будет меняться. Анализ бифуркационных портретов системы при различных начальных условиях выявил законы, по которым происходит это изменение. Каждая область бифуркационного портрета, представляет собой множество значений коэффициентов фильтра a , b и c , при задании которых на выходе системы будет конкретный сигнал. На рис.1 показаны плоскости параметров двумерного рекурсивного цифрового фильтра второго порядка при различных начальных условиях (которые изображены в левом нижнем углу). Параметры a и b изменяются в пределах от -25 до 25 с шагом 0.01 , а параметр $c=10$.

Каждой выделенной различным цветом области сопоставлен сигнал на выходе фильтра, достигаемый при выборе коэффициентов фильтра из данной области. Белый цвет отсчетов выходного сигнала соответствует единичному значению, серый - нулевому.

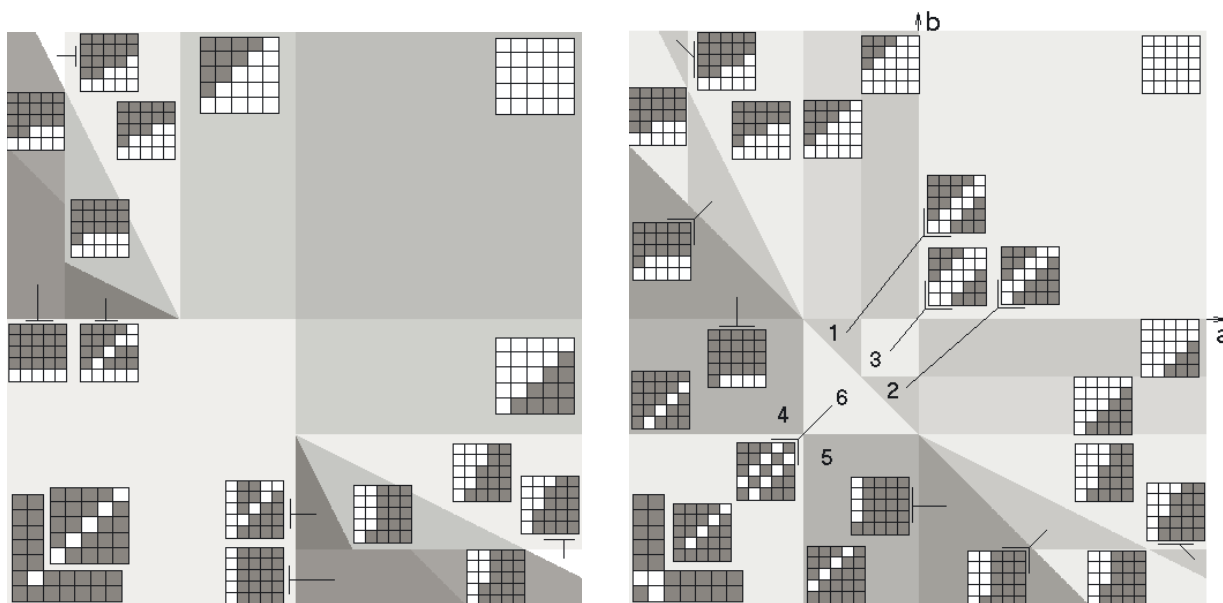


Рис.1. Сечение бифуркационного портрета

двумерного рекурсивного цифрового фильтра при $c=\text{const}$

а) для одного начального условия

б) для трех начальных условий

Рассмотрим способ построения бифуркационного портрета на простом примере. Т.к. пространство параметров фильтра (1) трехмерно, то начнем построение портрета с плоскости. Эта плоскость задается уравнением $c=\text{const}$. Например, зададим $c=1$, а параметры a и b меняются в пределах 1 и ненулевым начальным условием является только отсчет $X(-2, -2)=1$. Таким образом, берем точку с координатами $Y(a, b, c)=Y(-1, -1, 1)$ и рассчитываем для нее сигнал на выходе:

$$X(0, 0)=F\{a*[X(-1, 0)+X(-2, -1)]+b*[X(0, -1)+X(-1, -2)]+c*[X(-1, -1)+X(-2, 2)]\}=F\{1\}=1 \quad (2)$$

$$X(0, 1)=F\{a*[X(-1, 1)+X(-2, 0)]+b*[X(0, 0)+X(-1, -1)]+c*[X(-1, 0)+X(-2, -1)]\}=F\{-1\}=0 \quad (3)$$

$$X(1, 0)=F\{a*[X(0, 0)+X(-1, -1)]+b*[X(1, -1)+X(0, -2)]+c*[X(0, -1)+X(-1, -2)]\}=F\{-1\}=0 \quad (4)$$

$$X(1, 1)=F\{a*[X(0, 1)+X(-1, 0)]+b*[X(1, 0)+X(0, -1)]+c*[X(0, 0)+X(-1, -1)]\}=F\{1\}=1 \quad (5)$$

Из решения уравнений (2-5) следует, что ненулевыми будут только отсчеты на диагонали $m = n$, т.е. на выходе фильтра существует единичный предельный цикл периода $(1, 1)$. Из

уравнений (2, 3) следует, что коэффициенты a и b лежат в пределах $(-\infty, 0]$, а c в пределах $(0, \infty)$ (рис.1а).

Далее рассчитаем сигнал на выходе для точки $Y(a, b, c)=Y(1, 1, 1)$.

$$X(0, 0)=F\{a*[X(-1, 0)+X(-2, -1)]+b*[X(0, -1)+X(-1, -2)]+c*[X(-1, -1)+X(-2, -2)]\}=F\{1\}=1 \quad (6)$$

$$X(0, 1)=F\{a*[X(-1, 1)+X(-2, 0)]+b*[X(0, 0)+X(-1, -1)]+c*[X(-1, 0)+X(-2, -1)]\}=F\{1\}=1 \quad (7)$$

$$X(1, 0)=F\{a*[X(0, 0)+X(-1, -1)]+b*[X(1, -1)+X(0, -2)]+c*[X(0, -1)+X(-1, -2)]\}=F\{1\}=1 \quad (8)$$

$$X(1, 1)=F\{a*[X(0, 1)+X(-1, 0)]+b*[X(1, 0)+X(0, -1)]+c*[X(0, 0)+X(-1, -1)]\}=F\{1\}=1 \quad (9)$$

Из решения уравнений (6-9) следует, что все отсчеты равны единице, т.е. на выходе фильтра двумерный единичный скачок. Также видно, что коэффициенты a , b и c лежат в пределах $(0, \infty)$ (рис.1а). Аналогичным образом анализируется весь трехмерный бифуркационный портрет.

Обнаружены области бифуркационного портрета, сигналы соответствующие которым, получаются простым сложением или перемножением. Например, сигнал из области 3(6) получается сложением сигналов из областей 1(4) и 2(5). Подобные закономерности наблюдаются и для некоторых других сигналов.

Кроме того, легко заметить симметричность бифуркационного портрета, относительно диагонали $a=b$, это получилось вследствие симметричного задания начальных условий фильтра. Несмотря на различия в начальных условиях, можно заметить, что некоторые области бифуркационных портретов (рис.1) совпадают. Например, в I четверти плоскости коэффициентов a , b при положительном коэффициенте c и любом ненулевом виде начальных условий будет наблюдаться двумерный единичный импульс. Во II четверти – строчные циклы периода (0, 1). Во III четверти будут наблюдаться циклы диагонального цикл периода (1, 1). В IV четверти – столбцовые циклы периода (1, 0). При увеличении абсолютного значения параметра c разбиение плоскости коэффициентов a и b изменяется незначительно. В процессе исследования обнаружено более ста различных сигналов, возможных на выходе системы. Получены аналитические выражения для областей существования различных типов движений, разбивающих пространство коэффициентов двумерного рекурсивного цифрового фильтра с симметричными коэффициентами. Найдены области существования двумерных предельных циклов разных периодов, единичного импульса и отсутствия выходного сигнала. Описан механизм формирования выходного сигнала различного типа в зависимости от вида начальных условий. Построены бифуркационные портреты системы при различных видах начальных условий.

В работе затронута тема нелинейных эффектов в двумерных рекурсивных цифровых фильтрах второго порядка с бинарным квантованием и симметричными коэффициентами. Некоторые результаты работы могут быть обобщены на случай произвольного вида начальных условий и произвольного числа уровней квантования. Результаты исследований могут быть использованы для дальнейшего исследования и разработки многомерных цифровых телекоммуникационных систем, обработки, сжатия, кодирования и передачи двумерных цифровых сигналов и изображений.

Литература

1. T. Bose, D.A. Trautmen. Stability of first-order multidimensional digital filters under quantization // IEEE Trans. Signal Processing, V. 41, Jan. 1993, P. 387-390.
2. Elagin A., Priorov A. Quantisation effects in 2-D first-order recursive digital filters // Proc. of the 2000 International Symposium of Nonlinear Theory and its Applications, Dresden, 2000. P. 185-188.

3. Рудых Д.В., Лебедев М.В., Балусов И.Л., Приоров А.Л. Предельные циклы в двумерных рекурсивных цифровых фильтрах первого порядка с бинарным квантованием и характеристикой сумматора типа насыщение // Труды LVII научн. сессии, посвященной Дню радио. Москва, 2002. Т.2., С.114-116.
4. Рудых Д.В., Лебедев М.В., Приоров А.Л., Балусов И.Л. Двумерные рекурсивные цифровые фильтры первого и второго порядков с нелинейным сумматором // Труды 8-й междунар. науч.-технич. конф. "Радиолокация, навигация, связь". Воронеж, 2002. Т.1. С. 387-399.
5. Балусов И.Л., Рудых Д.В., Приоров А.Л. Динамика двумерного рекурсивного цифрового фильтра второго порядка при трехуровневом квантовании // Докл. 4-ой междунар. конф. и выставки "Цифровая обработка сигналов и ее применения", М., 2002. Т.2, С. 394-396.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ПОЛУТОНОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФРАКТАЛЬНОГО АЛГОРИТМА СЖАТИЯ

Манько В.Э., Манько Е.Э.

Научный руководитель: профессор, проректор по научной работе, Брюханов Ю.А.

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова
150000, Россия, Ярославль, ул. Советская, 14.

PRE-PROCESSING OF THE GRAY-LEVEL IMAGES USING FRACTAL ALGORITHM OF COMPRESSION

Manko V.E., Manko E.E.

Scientific adviser: Ph.D. Bryuhanov Yu.A.

Yaroslavl State University
150000, Russia, Yaroslavl, Sovetskaja st., 14.
E-mail: dcslab@uniyar.ac.ru

Аннотация

Работа посвящена модификации алгоритма сжатия цифровых изображений основанного на теории фракталов. Модификация заключалась в предварительной обработке исходного изображения. Для предварительной обработки использовалась фильтрация исходного изображения с помощью цифрового фильтра нижних частот второго порядка с конечной импульсной характеристикой. Приведены основные результаты тестирования реализованной модификации фрактального алгоритма сжатия и сравнение ее с классическим фрактальным алгоритмом и алгоритмом сжатия JPEG.

Abstract

This paper is dedicated to modification of algorithm of compression of the digital image, based on the theory of fractals. The modification was encompassed by pre-processing of an original image. For pre-processing the filtration of an original image with the help of a digital filter of low frequencies of the second order with a final pulse response was used. The main results of testing of the realised modification of fractal algorithm of compression and its matching with classic fractal algorithm and algorithm of compression JPEG are adduced.

Существует несколько общих задач обработки изображений, к которым относятся: линейная фильтрация и нелинейная фильтрация [1,2], выделение признаков, дешифровка изображений (классификация), уменьшение избыточности (сжатие данных).

Фактически, фрактальная компрессия— это поиск самоподобных областей в изображении и определение для них параметров аффинных преобразований.

Для более эффективного кодирования необходимо наличие в изображении как можно большего количества таких взаимоподобных областей. Добиться этого возможно практически для любого изображения. Для этого нужно предварительно как можно сильнее сгладить изображение (размыть его границы) используя цифровую фильтрацию (фильтр нижних частот) и применять фрактальное кодирование уже к обработанному изображению которое очевидно содержит значительно меньше резких переходов и мелких деталей, а следовательно и значительно больше взаимоподобных областей.

В реализованном варианте алгоритма сделаны следующие ограничения на области:

Все области являются квадратами со сторонами параллельными сторонам изображения.

При переводе ранговой области в доменную уменьшение размеров производится ровно в два раза.

Все доменные блоки— квадраты и имеют фиксированный размер.

Ранговые области берутся “через точку” и по X и по Y, что сразу уменьшает перебор в 4 раза.

При переводе ранговой области в доменную поворот куба возможен только на 0^0 , 90^0 , 180^0 или 270^0 . Также допускается зеркальное отражение.

Масштабирование (сжатие) по вертикали (яркости) осуществляется в фиксированное число раз — в 0,75.

Отрицательные стороны предложенных ограничений:

Поскольку все области являются квадратами невозможно воспользоваться подобием объектов, по форме далеких от квадратов.

Аналогично мы не сможем воспользоваться подобием объектов в изображении, коэффициент подобия между которыми сильно отличается от 2.

Алгоритм не сможет воспользоваться подобием объектов в изображении, угол между которыми не кратен 90^0 .

Декомпрессия алгоритма фрактального сжатия чрезвычайно проста. Необходимо провести несколько итераций трехмерных аффинных преобразований, коэффициенты которых были получены на этапе компрессии.

В качестве начального может быть взято абсолютно любое изображение (например, абсолютно черное), поскольку соответствующий математический аппарат гарантирует нам сходимости последовательности изображений, получаемых в ходе итераций IFS к неподвижному изображению (близкому к исходному). Это явление можно использовать для масштабирования изображений. На (рис.1.) показаны участки изображения увеличенные с помощью механизма фрактального масштабирования и с использованием обычного увеличения.

Сравнивая эти два изображения между собой, можно сделать вывод о существовании крайне полезного «побочного» эффекта фрактального преобразования, выражающегося в увеличении качества зрительного восприятия изображения.

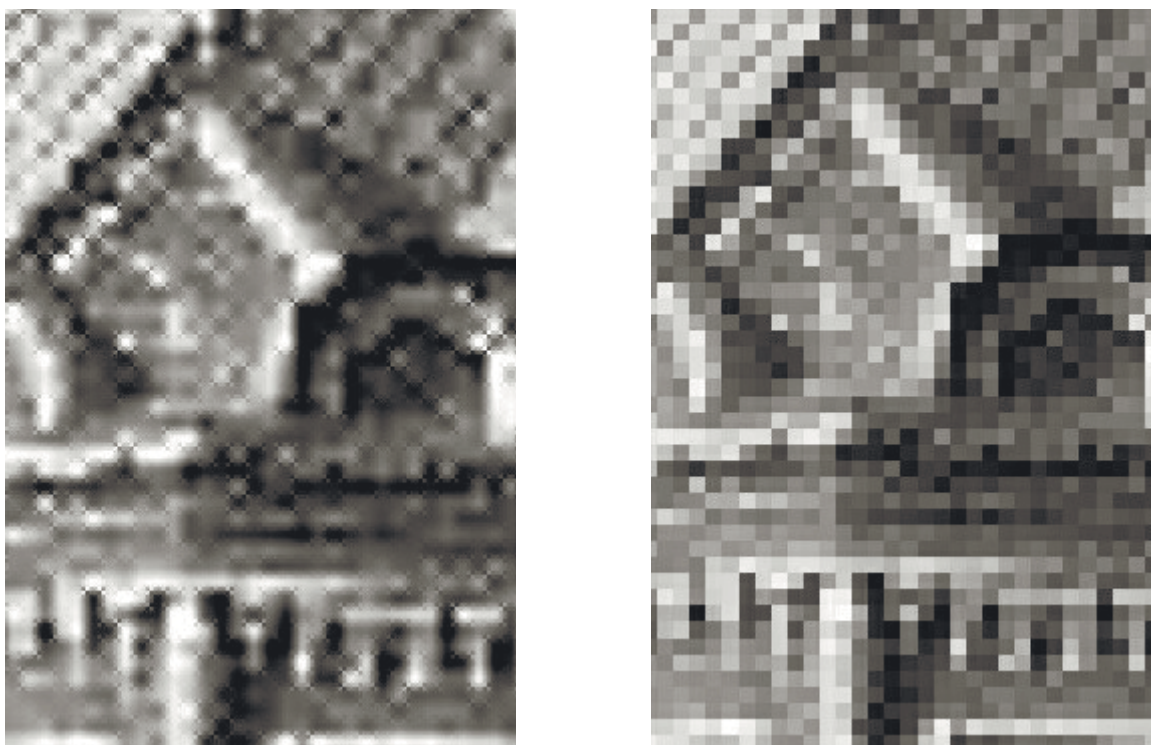


Рис. 2. Масштабирование изображений фрактальным и обычным методами (увеличены в 8 раз)

В модифицированном алгоритме, после фрактальной разархивации мы получаем сглаженное фильтром нижних частот изображение. После этого оно переводится в частотную область с помощью ДПФ и делится на матрицу частотной характеристики цифрового фильтра использованного при архивации (его коэффициенты хранятся вместе с изображением и для фильтра второго порядка имеющего 9 коэффициентов объем занимаемой памяти составляет $9 \times 8 = 72$ бита).

В представленном алгоритме сжатия изображений оценка потери качества производится с использованием коэффициента корреляции исходного и разархивированного изображений r . Коэффициент корреляции определяется следующим выражением:

$$r = \frac{\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})(B_{mn} - \bar{B})}{\sqrt{\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})^2 \sum_m \sum_n (B_{mn} - \bar{B})^2}}$$

где \bar{A} - среднее всех элементов матрицы A (исходное изображение), а \bar{B} - среднее всех элементов матрицы B (разархивированное изображение).

Для получения лучшей производительности механизма фрактального кодирования изображений нужно получить оптимальные параметры преобразования. К параметрам от которых зависит качество кодирования (в смысле коэффициента корреляции – r , исходного изображения и результирующего, прошедшего преобразование кодирования - декодирования), относятся:

1. ΔR_i - среднеквадратичное отклонение яркостей элементов домена и ранговой области;
2. I - число итераций, требуемых для восстановления изображения.

Условием нахождения лучшего кандидата в ранговую область домена является минимальное среднеквадратичное отклонение яркостей элементов домена и ранговой области. Такое условие требует для каждого домена нахождения своей ранговой области, и вероятность того, что в кодируемом изображении найдется большое количество идеально похожих доменов и их ранговых областей, мала.

Что произойдет, если мы выберем для каждого домена не одну ранговую область, а несколько, отклонение которых от домена будет укладываться в некоторый диапазон значений ΔR_i . Далее, сравнив наборы ранговых областей для каждого домена между собой, мы выберем наиболее часто встречающиеся, тем самым уменьшим общее число ранговых областей для данного изображения и, соответственно, уменьшим число фрактальных преобразований требуемых для кодирования изображения, и, следовательно, уменьшим длину кода, требуемого для записи преобразования - увеличим коэффициент компрессии изображения.

Однако при увеличении величины ΔR_i снижается качество компрессии, т.е. уменьшается коэффициент корреляции исходного изображения и результирующего, прошедшего преобразование кодирования - декодирования

Удобно откалибровать процесс следующим образом (Таблица 1.):

Таблица 1. Калибровка механизма фрактального сжатия

Оценка качества	ΔR_i	r	I
Максимум	0	1 – 0.9950	10
Отличное	0.1- 0.3 %	0.9949 – 0.9890	10
Хорошее	0.4 – 0.9 %	0.9889 – 0.9680	8
Удовлетв	1 – 1.5 %	0.9679 – 0.9600	5

Калибровка шкалы качества представлена в Таблице 2.

Таблица 2. Калибровка шкалы качества

Качество	Максимальное	Отличное	Хорошее	Удовлетворительное
Баллы	6	5	4	3

Основные результаты сравнения производительности различных алгоритмов архивации представлены в Таблице 3.

Таблица 3.

Качество	JPEG	FIF	FIFm
Максимальное	1.34	1.50	1.57
Отличное	3.65	5.01	5.01
Хорошее	5.05	7.40	7.40
Удовлетворительное	9.40	12.90	13.10
Минимальное	65.7	146.00	153.50

Литература

1. Капелини В., Константи́дис А.Дж., Эмилиани П. Цифровые фильтры и их применение / М.: Энергоатомиздат, 1983, 360 с.
2. Даджион Д., Мерсеро Р. Цифровая обработка многомерных сигналов / М.; Мир, 1988, 488 с.
3. Кроновер Р.М. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории. Москва: Постмаркет, 2000, 352 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУМЕРНЫХ РЕКУРСИВНЫХ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ ПЕРВОГО ПОРЯДКА С НЕЛИНЕЙНОСТЬЮ ТИПА НАСЫЩЕНИЕ ПРИ РАЗЛИЧНОМ ЧИСЛЕ УРОВНЕЙ КВАНТОВАНИЯ*

Рудых Д.В., Лебедев М.В., Малкова Т.В.

Научный руководитель: д.т.н. Брюханов Ю.А.

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, Ярославль, Россия

RESEARCH OF TWO-DIMENSIONAL FIRST ORDER RECURSIVE DIGITAL FILTERS WITH NONLINEARITY OF THE SATURATION AND WITH VARIABLE QUANTITY OF THE QUANTIZATIONS LEVEL

Rudyh D.V., Lebedev M.V., Malkova T.V.

Scientific adviser: Ph.D. Bryuhanov Yu.A.

Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia

E-mail: dcslab@uniyar.ac.ru

Аннотация

Исследованы эффекты квантования возникающие на выходе двумерного рекурсивного цифрового фильтра первого порядка с нелинейным сумматором с насыщением. Найдены области существования двумерных предельных циклов в двумерном рекурсивном цифровом фильтре первого порядка. Обнаружено, что область отсутствия сигнала на выходе фильтра будет изменяться с ростом числа уровней квантования. Результаты исследования обобщены на случай начальных условий произвольного вида.

Abstract

Is researched the effects of quantization arise at an output of a two-dimensional first order recursive digital filter with nonlinear adder with saturation. Investigated, that the areas of existence two-dimensional limiting cycles in two-dimensional recursive digital filters of the first order with arbitrary number of levels of quantization are parsed. The area of absence of a signal on an output of a filter will be clarified that to be decreased with body height of number of levels of quantization. The case of the initial conditions of arbitrary sort surveyed.

В настоящее время все большую актуальность обретают цифровые методы обработки информации [1]. Это, в первую очередь, связано с бурным развитием цифровых телекоммуникационных систем нового поколения, таких как цифровое телевидение, цифровая сотовая связь, цифровая радиосвязь и т. д.

Благодаря простоте исполнения и возможности работать в реальном времени двумерные цифровые фильтры малых порядков [2-6] целесообразно использовать в качестве одного из базовых элементов более сложных устройств, например генератора двумерных цифровых сигналов. Ранее подавляющее большинство исследований по этой теме ограничивались нахождением всех сигналов, возможных на выходе системы, и областей в пространстве коэффициентов фильтра, в которых данные сигналы существовали. Результаты находились для одного частного вида функции нелинейности и начальных условий. При изменении вида

* Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования РФ и Российского фонда фундаментальных исследований.

функции нелинейности или начальных условий бифуркационный портрет системы приходилось строить заново, что значительно сужало возможности практического использования. В связи с вышесказанным, значительный практический и научный интерес представляет обобщение результатов для произвольного вида функции нелинейности и начальных условий.

В работе рассматриваются двумерные рекурсивные цифровые фильтры первого порядка, описываемые нелинейным разностным уравнением вида:

$$X(m, n) = f\{a \cdot X(m-1, n) + b \cdot X(m, n-1) + c \cdot X(m-1, n-1)\}, \quad (1)$$

где a , b и c – независимые коэффициенты фильтра, а функция $f(x)$ учитывает его нелинейные свойства. Её вид зависит от выбора характеристики сумматора, способа квантования и количества уровней квантования. Структурная схема двумерного рекурсивного цифрового фильтра первого порядка представлена на рис. 1.

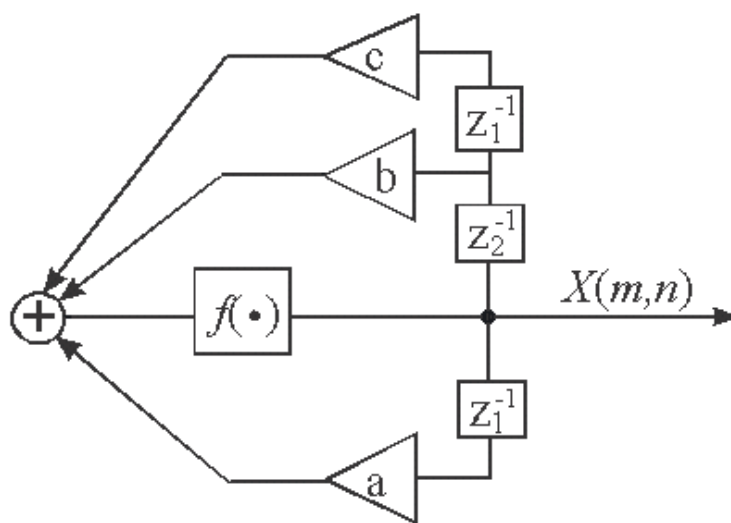
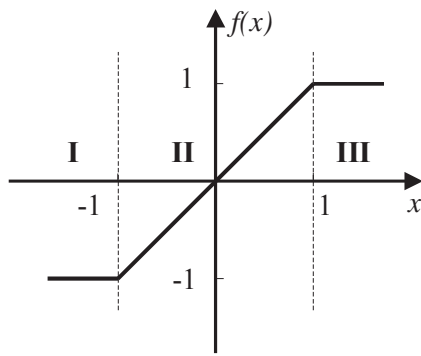


Рис.1. Двумерный рекурсивный цифровой фильтр первого порядка

Начальными условиями для фильтра является совокупность двух бесконечных последовательностей $\{X(m, -1)\}$ и $\{X(-1, n)\}$.

Если при выполнении арифметической операции получают результат, выходящий за пределы диапазона представляемых чисел, то говорят, что имеет место переполнение. В этом случае проявляются нелинейные свойства сумматора – элемента, присутствующего в любом цифровом фильтре. Нелинейность сумматора определяется функцией нелинейности и числом уровней квантования.

Нелинейность с насыщением наиболее удобна для практического применения и характеризуется тем, что если в процессе сложения наступает переполнение, то в результат подставляется максимальное по абсолютному значению число, имеющее тот же знак что и слагаемые. Этот тип глобальной нелинейности является одним из самых простых в плане исследования. Вид характеристики насыщения показан на рис.2. Справа приводится аналитическое описание функции нелинейности.



$$f(x) = \begin{cases} 1, & \text{при } x \geq 1, \\ x, & \text{при } |x| < 1, \\ -1, & \text{при } x \leq -1. \end{cases}$$

Рис.2. Характеристика нелинейности с насыщением

Характеристика насыщения реализуется искусственно (программно или аппаратно), т. к. ни один код не обеспечивает такой нелинейности при переполнении.

С ростом числа уровней квантования возрастает число сигналов, возможных на выходе системы. В связи с этим, бифуркационный портрет системы принимает более сложный вид: происходит дробление и изменение границ некоторых областей и т.д.

При исследовании двумерного рекурсивного цифрового фильтра первого порядка использовалась одна из разновидностей метода символьной динамики [3]. При применении данного метода область определения функции нелинейности сумматора разбивается на области с различными значениями [4-6]. Например, функция нелинейности с насыщением при трехуровневом квантовании задается следующим образом:

$$f(x) = \begin{cases} 1, & x > 1 \\ 0, & -1 \leq x \leq 1 \\ -1, & x < -1 \end{cases} \quad (2)$$

Таким образом, область определения функции нелинейности с насыщением при трехуровневом квантовании разбивается на три области:

- 1) при $x < -1$, $f(x) = -1$ – первая область (I);
- 2) при $-1 \leq x \leq 1$, $f(x) = 0$ – вторая область (II);
- 3) при $x > 1$, $f(x) = 1$ – третья область (III).

Исходя из разностного уравнения (1), находятся уравнения для плоскостей бифуркационного портрета (т.к. пространство коэффициентов трехмерно, то для его разбиения на области, в которых существуют различные типы выходного сигнала, используются плоскости). Рассмотрим это более подробно для фильтра с функцией нелинейности с насыщением при трехуровневом квантовании. Отсчеты выходного сигнала могут принимать только три различных значения: -1, 0, 1. Из разностного уравнения (1) и разбиения функции нелинейности на области следует, что отсчет выходного сигнала достигает такого значения при попадании аргумента функции соответственно в первую, вторую или третью области. Подставив аргумент функции нелинейности в неравенства (2) получим:

$$\begin{aligned} a * X(m-1, n) + b * X(m, n-1) + c * X(m-1, n-1) < -1, & f(x) = -1 \text{ – первая область (I)} \\ -1 \leq a * X(m-1, n) + b * X(m, n-1) + c * X(m-1, n-1) \leq 1, & f(x) = 0 \text{ – вторая область (II);} \\ a * X(m-1, n) + b * X(m, n-1) + c * X(m-1, n-1) > 1, & f(x) = 1 \text{ – третья область (III)} \end{aligned}$$

Границы данных областей задаются уравнениями:

$$\begin{aligned} a * X(m-1, n) + b * X(m, n-1) + c * X(m-1, n-1) &= 1; \\ a * X(m-1, n) + b * X(m, n-1) + c * X(m-1, n-1) &= -1. \end{aligned}$$

Отсчеты выходного сигнала $X(m-1, n)$, $X(m, n-1)$, $X(m-1, n-1)$ также могут принимать одно из трех возможных значений. Перебирая все возможные комбинации данных отсчетов для каждого из уравнений, получаем набор уравнений плоскостей делящих пространство коэффициентов фильтра на области с различными типами движений. Некоторые из этих областей могут быть объединены, в связи с тем, что сигналы в них будут одинаковы. Также, для каждой из этих областей, используя уравнения границ, можно составить систему неравенств, однозначно ее определяющую. После разбиения бифуркационного портрета на области с определенными видами выходных сигналов можно найти сами выходные сигналы. Это осуществляется решением разностного уравнения, налагая на коэффициенты, присутствующие в нем, полученные неравенства.

Исходя из разностного уравнения, находятся уравнения для плоскостей бифуркационного портрета (т.к. пространство коэффициентов трехмерно, то для его разбиения на области, в которых существуют различные типы выходного сигнала, используются плоскости). После разбиения бифуркационного портрета на области с определенными видами выходных сигналов можно найти сами выходные сигналы. Это осуществляется решением разностного уравнения, налагая на коэффициенты, присутствующие в нем, полученные неравенства.

Таким образом, можно относительно быстро и легко построить бифуркационный портрет системы с заданным типом нелинейности сумматора и начальными условиями.

В ходе работы были построены и проанализированы бифуркационные портреты двумерных рекурсивных цифровых фильтров первого порядка с нелинейностью сумматора типа насыщение и различным числом уровней квантования при различных начальных условиях. Построен и проанализирован бифуркационный портрет двумерного рекурсивного цифрового фильтра с нелинейностью сумматора с насыщением без квантования. При этом выявлены следующие закономерности:

- 1) Области существования сигналов состоящих только из отсчетов с абсолютным значением равным единице не зависят от числа уровней квантования.
- 2) Области существования сигналов состоящих только из отсчетов с абсолютным значением равным единице и нулевых отсчетов уменьшаются при увеличении числа уровней квантования.

Исследована динамика сигнала на выходе двумерных рекурсивных цифровых фильтров первого порядка с функцией нелинейности сумматора с насыщением с произвольным числом уровней квантования. Результаты исследования обобщены для случая начальных условий произвольного вида.

Результаты работы могут быть использованы для дальнейшего исследования и разработки цифровых телекоммуникационных систем, обработки и передачи двумерных цифровых сигналов и изображений.

Литература

6. Maciej J. Ogorzalek. Complex Behavior in Digital Filters// International Journal of Bifurcation and Chaos, V.2, №1, 1992, P. 11-29.

7. Rudyh D., Priorov A., Manko V. The influence of a fixed external action and initial conditions on two-dimensional recursive digital filters of the first order with the nonlinear adder // Proc. of 4th Int. Conf. "Digital Signal Processing and Its Applications" (DSPA'2002), Moscow, 2002. V.2, P. 412-413.

8. Рудых Д.В., Лебедев М.В., Балусов И.Л., Приоров А.Л. Предельные циклы в двумерных рекурсивных цифровых фильтрах первого порядка с бинарным квантованием и характеристикой сумматора типа насыщение // Труды LVII научн. сессии, посвященной Дню радио. Москва, 2002. Т.2., С.114-116.

9. Рудых Д.В., Приоров А.Л. Двумерный цифровой рекурсивный фильтр с нелинейным сумматором и бинарным квантованием при периодических начальных условиях // Труды 7-й междунар. науч.-технич. конф. "Радиолокация, навигация и связь". Воронеж, 2001. Т.3, С. 1838-1844.

10. Рудых Д.В., Приоров А.Л., Балусов И.Л. Влияние постоянного внешнего воздействия на двумерные рекурсивные цифровые фильтры первого порядка с различными типами нелинейности сумматора // Сб. науч. труд. 7-й междунар. конф. «Теория и техника передачи, приема и обработки информации», ХТУРЭ, Харьков, 2001. С. 130-131.

11. А.Е. Лисенков, Д.В. Рудых, А.Л. Приоров. Влияние различных начальных условий на двумерный цифровой фильтр первого порядка с нелинейностью насыщения // Материалы VI Всерос. науч.-техн. конф. «Динамика нелинейных дискретных электротехнических и электронных систем» (ДНДС-2001). Чебоксары, 2001. С. 228-230.

12. Приоров А.Л., Рудых Д.В., Балусов И.Л. Исследование свойств двумерных рекурсивных цифровых фильтров с нелинейным сумматором // Материалы междунар. науч.-технич. конф. «Перспективные технологии в средствах передачи информации» (ПТСПИ'2001), Владимир, 2001. С. 238-241.

НЕЙРОСЕТЕВОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ АМПЛИТУДЫ ДИСКРЕТНОГО СИГНАЛА ПО ЕГО ФАЗОВОМУ СПЕКТРУ*

Соколенко Е.А., Хрящев В.В., Цветков М.С.

Доктор технических наук, профессор Брюханов Ю.А.

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, Ярославль, Россия

NEURAL NETWORK METHOD OF MAGNITUDE RETRIEVAL OF DISCRETE SIGNAL FROM IT'S PHASE SPECTRUM

Sokolenko E.A., Khryashchev V.V., Zvetkov M.S.

PhD Bryuhanov Yu.A.

Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia

e-mail: dcslab@uniyar.ac.ru

Аннотация

Предлагается комбинированный метод восстановления амплитуды дискретного сигнала по его фазовому спектру. Основа метода – объединение нейросетевого и традиционного подходов. Полученные результаты по большинству критериев превосходят аналогичные результаты, достигаемые отдельно нейросетевым и отдельно традиционным адаптивным методом.

Abstract

The combined approach to the problem of magnitude retrieval of discrete signal from its phase spectrum is offered. The main idea of this method is integration of neural and traditional adaptive approach. Obtained results are exceeded similar results for neural and for traditional adaptive approach by most criterions.

1. Введение

Известно, что в общем случае для дискретных сигналов амплитуда и фаза дискретного преобразования Фурье (ДПФ) сигнала являются независимыми функциями, поэтому сигнал не может быть восстановлен без знания хотя бы одной из них. Однако при определённых условиях между этими компонентами существует связь. Например, когда сигнал каузальный и все нули его z -преобразования находятся внутри единичного круга, то его логарифмическая амплитуда и фаза связаны преобразованием Гильберта [1].

Одномерная задача восстановления амплитуды заключается в том, чтобы восстановить дискретный сигнал, имеющий длину m , по фазе его ДПФ. Можно математически строго показать, что ограниченный непериодический сигнал, имеющий z -преобразование без обратно сопряжённых нулей, однозначно определяется (с точностью до постоянного коэффициента) фазой своего ДПФ. Для решения этой задачи для сигналов, удовлетворяющих дополнительным условиям, были предложены различные аналитические методы.

Например, предложенный в работе [2] метод представляет собой адаптивный алгоритм и является достаточно простым в реализации, однако имеет два недостатка. Во-первых, число итераций, необходимых для сходимости алгоритма, велико, и каждая из них требует вычисления прямого и обратного ДПФ, что при увеличении длительности сигнала резко увеличивает объём вычислений. Во-вторых, если существует много решений задачи восстановления амплитуды с разными начальными условиями, алгоритм сходится к разным решениям, и не существует способа для получения частного решения с заданными характеристиками. Это означает, что если из всего множества решений задачи нас интересует, например, неотрицательное частное решение, то, даже если выбрать неотрицательные начальные условия, нет гарантии, что алгоритм будет сходиться к неотрицательному решению.

Нейросетевой метод основан на рассмотрении задачи восстановления амплитуды как задачи многомерной аппроксимации [3]. Для решения задачи используется нейронная сеть, на вход которой подаются отсчеты фазового спектра неизвестного сигнала, а с выхода снимаются отсчеты самого сигнала. Обучение проводится на совокупности пар «фазовый спектр – временной сигнал», после чего нейронная сеть должна восстановить неизвестный сигнал по его фазовому спектру [4].

При отсутствии шума можно уменьшить время вычислений и увеличить точность, объединив эти методы. Можно использовать выход НС как начальные условия для метода повторяющихся проекций (традиционный алгоритм). Поскольку сигнал, получаемый на выходе НС, является очень близким к точному решению, то достаточно небольшого количества итераций для получения точного решения.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Министерства образования России

Практическая важность данной задачи идёт от таких приложений, в которых необходимо восстановить полезный сигнал из его свёртки с неизвестным сигналом. Поскольку об этих сигналах известно мало, то их разделение в принципе очень сложная проблема. Однако, в частном случае, если сигнал помехи имеет ДПФ с нулевой фазой, фазовый спектр полезного сигнала не искажён. Такие ситуации имеют место в случае, например, когда цифровые изображения размыты известным образом расфокусированными линзами [5].

2. Построение, обучение и тестирование нейронной сети

Задача восстановления амплитуды относится к классу задач глобальной аппроксимации, и лучшей нейросетевой структурой для решения подобных задач является, как известно, многослойный персептрон (МСП). Для сигналов длительностью m и N -точечным ДПФ нейронная сеть имеет m выходных нейронов и, поскольку фаза ДПФ вещественного сигнала асимметрична, $N/2$ входов. Число нейронов в скрытом слое также равно $N/2$, т.е. совпадает с числом выходов. Для каждого нейрона в качестве нелинейной функции активации используется сигмоидная функция.

При обучении ставилась задача так обучить сеть, чтобы она имела наилучшие обобщающие свойства. При этом большое значение имеет то, насколько проявится явление переобучения. Наибольшая устойчивость сети к переобучению наблюдалась при использовании квазиньютоновского алгоритма Левенберга-Марквардта, дополненного методом регуляризации с автоматическим выбором параметра на основе правила Байеса.

Экспериментально было установлено, что увеличение числа нейронов в скрытом слое рассматриваемой сети приводит к снижению ошибки обучения (контролировалась среднеквадратичная ошибка) и к большему проявлению переобучения сети (эффективность работы сети контролировалась по среднему и максимальному значениям среднеквадратичного отклонения сигнала, сгенерированного сетью по фазе ДПФ тестового сигнала от самого этого сигнала). При этом были протестированы различные алгоритмы (Таблица. 1)

Таблица 1. Сравнение алгоритмов обучения нейронной сети

Название алгоритма	Время обучения, с	Кол-во циклов обучения	Число операций	Макс. энергия ошибки для 10000 тестовых сигналов
Левенберга - Марквардта	20	20	8 135	1.66
Метод Байеса	60	43	18 630	0.8

Метода масштабируемых сопряженных градиентов	130	1492	611 998	2.6
Метод Флетчера – Ривса	300	2708	1 483 726	1.8
Метод Полака – Рибейры	88	814	447 646	1.7
Метод Пауэлла – Биеле	211	1839	1 102 299	2.1

При использовании алгоритма Левенберга-Марквардта среднеквадратичная ошибка обучения уменьшалась медленно, оставаясь довольно большой, но свойства сети к воспроизведению сигнала, не входящего в обучающее множество после обучения, оказывались наилучшими.

Тестирование осуществлялось следующим образом: вначале генерировался новый случайный сигнал, он проверялся на наличие у функции его z -преобразования обратно сопряженных нулей, после вычислялась фазовая характеристика этого сигнала, которая затем подавалась на вход сети. Выход сети сравнивался с исходным сигналом, вычислялось среднеквадратичное отклонение и выполнялось построение сигналов для визуального сравнения.

3. Результаты компьютерного моделирования нейросетевого метода

На рис. 1 изображена зависимость энергии ошибки от номера тестового сигнала (для $m = 16$). Среднее значение энергии ошибки равно 0,0392; минимальное – 0,0088; максимальное – 0,281. Энергия ошибки вычислялась как сумма квадратов отклонений двух сигналов:

$$E = \sum_{i=0}^{m-1} e_i^2 = \sum_{i=0}^{m-1} (x_{\text{мечт}}(i) - x_{\text{восст}}(i))^2.$$

Для проверки устойчивости методов к присутствию на входе шума проводилось восстановление сигнала по отсчетам фазовой характеристики, к которым добавлялся белый гауссов шум с заданным отношением сигнал/шум. На рис. 2 показано среднее выходное отношение сигнал/шум в зависимости от входного для 500 сигналов. Анализ этих результатов показывает, что нейронная сеть гораздо более устойчива к присутствию шума во входных данных, чем традиционный алгоритм. Для него усиление шума иногда настолько преобладает над усилением полезного сигнала, что последний становится неразличимым на фоне шумов (отрицательное отношение сигнал/шум на выходе).

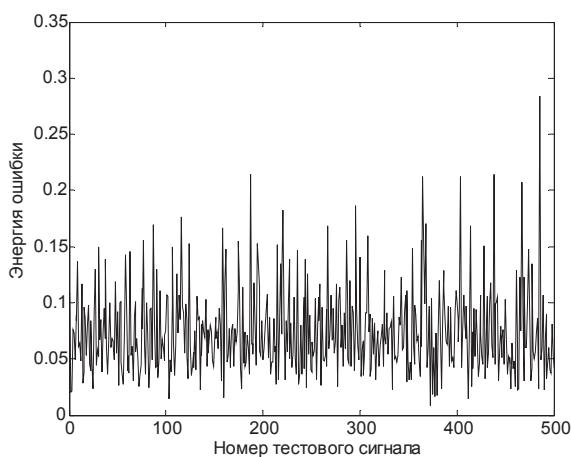


Рис. 1. Результат тестирования сети сигналами без обратно сопряженных нулей

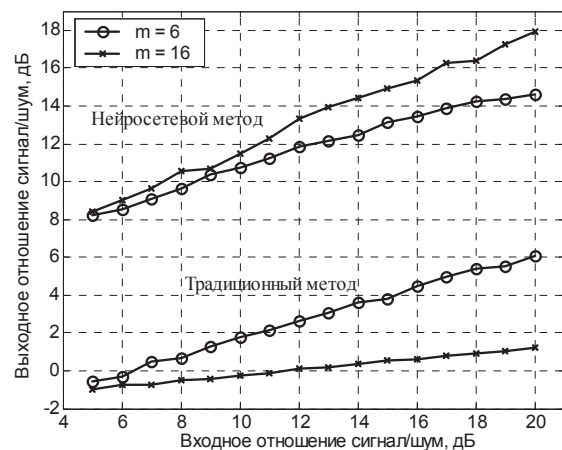


Рис. 2. Сравнение нейросетевого и традиционного методов при зашумленных сигналах

Таблица 2. Время получения решения для нейросетевого и традиционного алгоритмов

Метод	Длительность сигнала t	Число коэффициентов ДПФ N	Среднее значение времени выполнения, мс
НС	6	32	15
НС	16	64	22
Традиционный	6	32	100
Традиционный	16	64	380

В таблице 2 сравнивается время получения решения нейросетевым и традиционным методами. Видно, что, во-первых, нейросетевой метод работает значительно быстрее, а во-вторых, при увеличении длительности сигнала затрачиваемое на получение решения время в случае нейросетевого метода растет гораздо медленнее, чем в случае традиционного метода.

Объединение этих алгоритмов позволяет существенно уменьшить объём вычислений по сравнению с «чистым» методом повторяющихся проекций. Кроме того, это позволяет исправить другую неточность строгого метода – невозможность получения частного решения. Обучая НС на частных решениях конкретного вида (например, неотрицательных решениях) мы можем получить начальный сигнал для точного метода очень близким к точному решению. Это приведёт к тому, что алгоритм повторяющихся проекций будет сходиться к решению такого же вида. Используя комбинированный метод для данных, в которых отсутствует шум, можно обнаружить, что число итераций, необходимых для сходимости алгоритма будет в среднем в 40 раз меньше, чем при инициализации метода случайным сигналом.

4. Заключение

Объём вычислений, необходимых для формирования сигнала по фазовой характеристике его ДПФ при помощи НС существенно меньше, чем для традиционного метода. Если шум в данных отсутствует, то традиционный адаптивный метод предпочтительнее, т.к. позволяет получить точное решение, не содержащее ошибок. В этом случае можно уменьшить время вычислений и увеличить точность, объединив оба метода. Повышение эффективности достигается, если использовать выход НС как начальные условия для традиционного метода. Поскольку сигнал, получаемый на выходе НС, является очень близким к точному решению, то достаточно небольшого количества итераций для получения точного решения.

Литература

1. Оппенгейм А.В., Шафер Р.В. Цифровая обработка сигналов: Пер. с англ. – М.: Связь, 1979. – 416 с.
2. М.Н. Hayes, J.S. Lim, A.V. Oppenheim, Signal reconstruction from phase or magnitude, IEEE Trans. Acoust. Speech Signal Processing ASSP-28 (December 1980), P. 672-680.
3. Ланнэ А.А. Нейронные цепи, тринадцатая проблема Гильберта и задачи обработки сигналов // Вестник молодых ученых, 2001. №7. С. 3-26.
4. Саутов Е.Ю., Соколенко Е.А., Хрящев В.В. Восстановление амплитуды дискретного сигнала при помощи многослойного персептрона // Труды LVII Научной сессии, посвященной дню радио, Москва, 2002. С.205-207.
5. T.G. Stockham, T.M. Cannon, R.B. Ingebreston, Blind deconvolution through digital signal processing, Proc. IEEE V. 63 (1975), P. 678-692.

СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ В ЦИФРОВОМ ПОЛИНОМИАЛЬНОМ ФИЛЬТРЕ ПЕРВОГО ПОРЯДКА*

Волков Д.Б., Саутов Е.Ю.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Брюханов Ю.А.

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, Ярославль, Россия

FREE OSCILLATIONS IN FIRST ORDER DIGITAL POLYNOMIAL FILTERS

Volkov D.B., Sautov E.Yu.

Scientific adviser: PhD Bryuhanov Yu.A.

Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia

e-mail: dcslab@uniyar.ac.ru

Аннотация

Исследованы свободные колебания в цифровом полиномиальном фильтре первого порядка. Построен бифуркационный портрет системы без линейного звена. Найдены границы устойчивости в системе при наличии линейного звена.

Abstract

Free oscillations in the digital first order polynomial filter are investigated. The bifurcation diagram of system without linear part is drawn. The regions of stability of system with linear part are founded.

Введение

Задача исследования полиномиальных фильтров была поставлена ещё в 1960-х годах. Это было вызвано необходимостью решения вопросов фильтрации сложных сигналов, например таких, где шум и сигнал находятся в определённой зависимости [1,2]. Выяснилось, что линейная фильтрация в подобных случаях неэффективна, и требуются новые методы для решения подобных задач. Позднее стало известно, что, цифровые полиномиальные фильтры эффективны в нелинейных акустических эхо-компенсаторах при использовании их с целью подавления эха в различных акустических и видеосистемах. Двумерные полиномиальные фильтры, также, применяются для улучшения чёткости изображений, например таких, как рентгеновские снимки. Рекурсивные полиномиальные фильтры используются для борьбы с нелинейными искажениями в различных каналах связи.

В работе исследован простейший полиномиальный фильтр в автономном режиме со схемой без линейного звена и при наличии линейного звена. Затронут вопрос устойчивости данной системы.

1. Цифровой полиномиальный фильтр без линейного звена

В общем случае простейший полиномиальный рекурсивный цифровой фильтр можно описать уравнением

$$y(n) = A + by^2(n-1) + cy(n-1), \quad (1.1)$$

где A – постоянное входное воздействие, b и c – параметры фильтра [4].

Начнём исследования при следующем выборе параметров: $A=0$, $c=0$. Рассмотрим простейший цифровой полиномиальный фильтр, который математически можно представить в виде

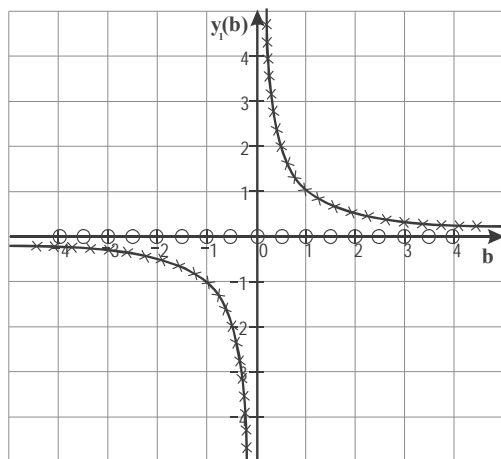
* Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования РФ и Российского фонда фундаментальных исследований.

$$y(n) = by^2(n-1) \quad (1.2)$$

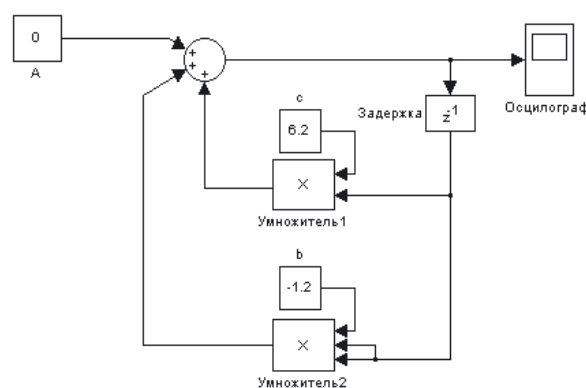
Сделаем замену ($y(n+1) = by^2(n)$, $y(n+1) = y_1(n)$), перепишем уравнение (1.2) в более удобном для дальнейших исследований виде

$$y_1(n) = by^2(n) \quad (1.3)$$

Пользуясь методом одномерных точечных отображений [3], исследуем данную систему на устойчивость. Найдём точки пересечения биссектрисы $y_1(n)=y(n)$ и функции последования $f(y) = by^2(n)$. Квадратное уравнение $by^2(n) - y(n) = 0$ имеет два корня: $y_{(1)}=0$ и $y_{(2)}=1/b$. По теореме Кенигса особая точка $y_{(1)}=0$ устойчива, в то время как точка $y_{(2)}=1/b$ является неустойчивой. Устойчивость точки $y_{(1)}=0$ зависит от выбора начальных условий. Область устойчивости данной точки можно задать системой неравенств (1.4). Руководствуясь полученными результатами можно построить бифуркационный портрет данной системы (рис.1а), где устойчивые состояния равновесия отмечены кружками, неустойчивые – крестиками.



а) Бифуркационный портрет системы без линейного звена



б) Модель цифрового полиномиального фильтра первого порядка

Рис. 1

$$\begin{cases} |y_{(0)}(b)| < 1/b, & \text{для } b > 0 \\ |y_{(0)}(b)| > 1/b, & \text{для } b < 0 \end{cases} \quad (1.4)$$

Модель исследуемого цифрового фильтра построена в пакете MatLab 6.0 (Simulink 4) и показана на рис.1б. Входное воздействие $A=0$, линейное звено отсутствует ($c=0$). Изменяя параметр b и начальные условия, можно с помощью осциллографа анализировать поведение данной системы.

2. Цифровой полиномиальный фильтр при наличии линейного звена

Рассмотрим разностное уравнение

$$y_1(n) = by^2(n) + cy(n). \quad (2.1)$$

Найдём неподвижные точки данной системы.

При $c = 1$ функция последования и биссектриса имеют одну общую точку – точку касания, в системе существует единственное состояние равновесия в нуле, которое в зависимости от выбора начальных условий может быть как устойчивым, так и неустойчивым. Область устойчивости можно отобразить системой неравенств 2.2.

$$\begin{cases} -\frac{1}{b} < y(0) < 0 & \text{для } b > 0 \\ 0 < y(0) < -\frac{1}{b} & \text{для } b < 0. \end{cases} \quad (2.2)$$

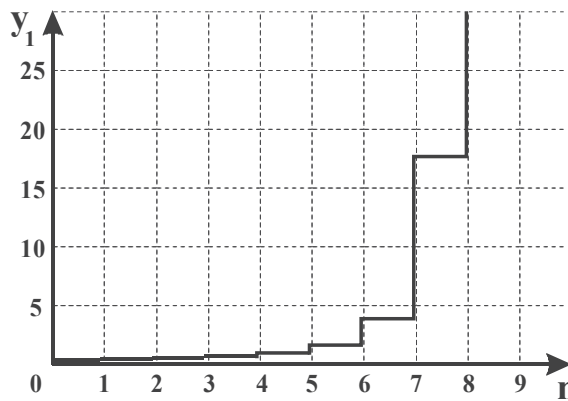
При $c \neq 1$ в системе можно наблюдать две неподвижные точки. Особая точка $y_{(1)}(n) = 0$ устойчива по теореме Кенигса при $|c| < 1$ ($-1 < c < 1$) и начальных условиях 2.3.

$$\begin{cases} -\frac{1}{b} < y(0) < \frac{1-c}{b} & \text{для } b > 0, \\ \frac{1-c}{b} < y(0) < -\frac{1}{b} & \text{для } b < 0. \end{cases} \quad (2.3)$$

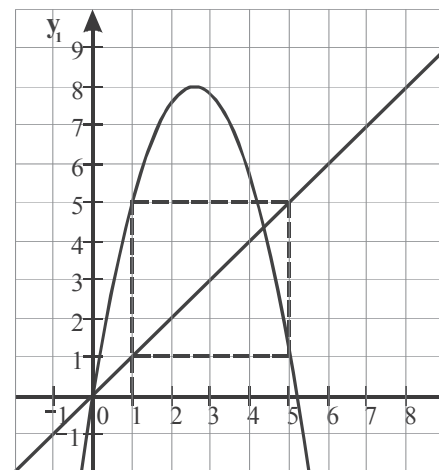
Точка $y_{(2)}(n) = (1-c)/b$ устойчива при $|2-c| < 1$ ($1 < c < 3$) и начальных условиях 2.4.

$$\begin{cases} -\frac{c}{b} < y(0) < 0 & \text{для } b > 0, \\ 0 < y(0) < -\frac{c}{b} & \text{для } b < 0. \end{cases} \quad (2.4)$$

На рис.2а показана осциллограмма случая, когда начальные условия выбраны вне интервала устойчивости. При выборе параметров, отвечающих неравенствам 2.2 система устойчива и на выходе системы с течением времени устанавливается нулевое значение.



а) Осциллограмма при $c = 1, b = 1, y(0) = -1.2$
(случай потери системой устойчивости)



б) Диаграмма Кенигса-Ламерея (предельный цикл $T=2$)

Рис. 2

Несмотря на, казалось бы, «попкорное» поведение системы, кроме ограниченно-устойчивых состояний равновесия возможны, также, периодические движения. На рис.2б показана диаграмма Кенигса-Ламерея неустойчивого предельного цикла $T = 2$, который реализуется при следующем выборе параметров и начального условия: $c=6.2, b= -1.2, y(0)=1$.

Заклучение

Рассмотрен простейший полиномиальный цифровой фильтр в автономном режиме. Найдены особые точки в системе, условия их устойчивости. Из полученных результатов видно, что данная система является устойчивой в ограниченном интервале параметров и начальных условий. В связи с этим необходимо дальнейшее исследование системы при постоянном внешнем воздействии для выяснения специфики данных фильтров и нахождения области их применения.

Литература

1. Щербаков М.А. Нелинейная фильтрация сигналов и изображений. Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 1999 – 166 с.
2. Щербаков М.А., Стешенко В.Б., Губанов Д.А. Цифровая полиномиальная фильтрация в реальном масштабе времени: алгоритмы и пути реализации на современной элементной базе // «Цифровая обработка сигналов» №1, 2000 - с. 19-26.
3. Гаушус Э.В. Исследование динамических систем методом точечных преобразований. М.: Наука, 1976. 368 с.
4. Волков Д.Б., Саутов Е.Ю., Хрящёв В.В. Исследование полиномиальных цифровых фильтров методом точечных отображений // Материалы V Всероссийской научной конференции ДНДС 2002, Чебоксары 2002. С. 259-261.

РАЗРАБОТКА ИНТЕРФЕЙСА СВЯЗИ УСТРОЙСТВА ФЛЕШ-ПАМЯТИ С ПК НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА AT29C040, ЧЕРЕЗ СТАНДАРТНЫЙ ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ ПОРТ

Быков К.В., Соколов Н.Ю. (студенты 5-го курса)

научный руководитель: к.т.н. Власов А.И.

Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана,
кафедра “Проектирование и технология производства ЭА” (Иу4).

DEVELOPING OF THE INTERFACE FOR CONNECTION FLASH-MEMORY, BASE ON MICROCONTROLLER AT29C040, WITH THE PERSONAL COMPUTER DUE GENERAL PARALLEL PORT

Bikov K.V., Sokolov N.U.

the scientific chief: Ph.D. Vlasov A.I.

Bauman Moscow State Technical University,
Department IU4.

Аннотация.

В работе представлены результаты разработки интерфейсного устройства для обеспечения возможности перепрограммирования Flash памяти технических устройств, путем подключения к ним ПЭВМ через стандартный параллельный интерфейс. Устройство флеш-памяти предназначено для хранения рабочих данных программного обеспечения в игровой консоли Saturn, разработанной фирмой Servicing Games. Разрабатываемый интерфейс обращается с расположенному внутри устройства микроконтроллеру флеш-памяти, позволяя как считывать содержимое микросхемы для последующей записи в файл файловой системы персонального компьютера, так и записывать обратно в микросхему содержимое файла.

Abstract.

Device of the flash-memory is intended for general software data storage in the game console Saturn, developed by company Servicing Games. The current interface interacts with build into RAM card extension microcontroller providing such operations transferring data from microcontroller into personal computer file system and backwards.

Введение

В настоящий момент широкое распространение в быту получили узкоспециализированные компьютеры, именуемые игровыми приставками либо игровыми консолями.

Современные представители этого класса устройств используют в качестве носителя данных для программного обеспечения CD-привод либо DVD-привод, а для сохранения рабочих данных программного обеспечения используются в основном различные внешние либо внутренние устройства, основанные на микроконтроллерах флеш-памяти.

Рассмотрим консоль Saturn, выпущенную фирмой Servicing Games, в конце 1994 года. Поскольку встроенная ППЗУ-память для хранения данных составляет всего 32 Кб, фирма Servicing Games выпустила внешнее устройство – картридж расширения ППЗУ, содержащий микроконтроллер флеш-памяти емкостью 512 Кб. Картридж подключается к консоли через специализированный порт, как показано на рис. 1

Однако данный картридж обладает относительно малым объемом памяти, в связи с этим может возникнуть необходимость в приобретении нового картриджа. Также передача данных из одного картриджа в другой предусмотрена только через встроенную память консоли, что существенно замедляет процесс копирования, и делает невозможным передачу данных через вычислительные сети.

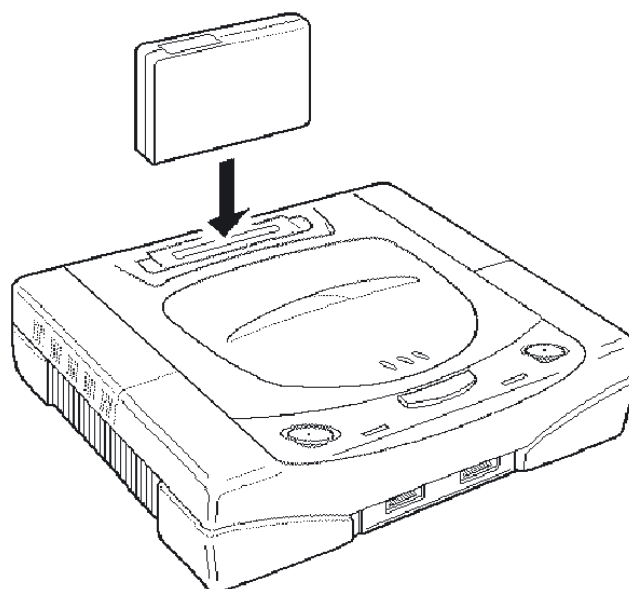


Рис. 1 Установка картриджа расширения ППЗУ в консоль Saturn.

Целью данной разработки является создание устройства, позволяющего переписывать данные из картриджа расширения в файловую систему персонального компьютера и обратно, расширяя таким образом объем области хранения рабочих данных программного обеспечения до емкости носителей персонального компьютера. Устройство подключается к персональному компьютеру через стандартный LPT-порт (см. рис. 2) и к картриджу расширения через печатный разъем картриджа.

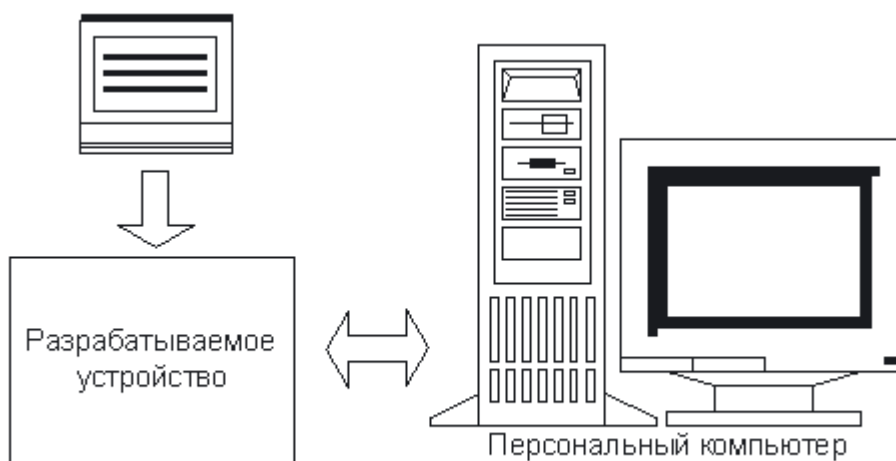


Рис.2. Взаимодействие разрабатываемого устройства с картриджем и компьютером.

Разрабатываемое устройство будет способно при установке соответствующей панели считывать и записывать информацию непосредственно из содержащегося в картридже микроконтроллера.

Функциональная схема устройства.

Функциональная модель устройства, представлена на рис.3.

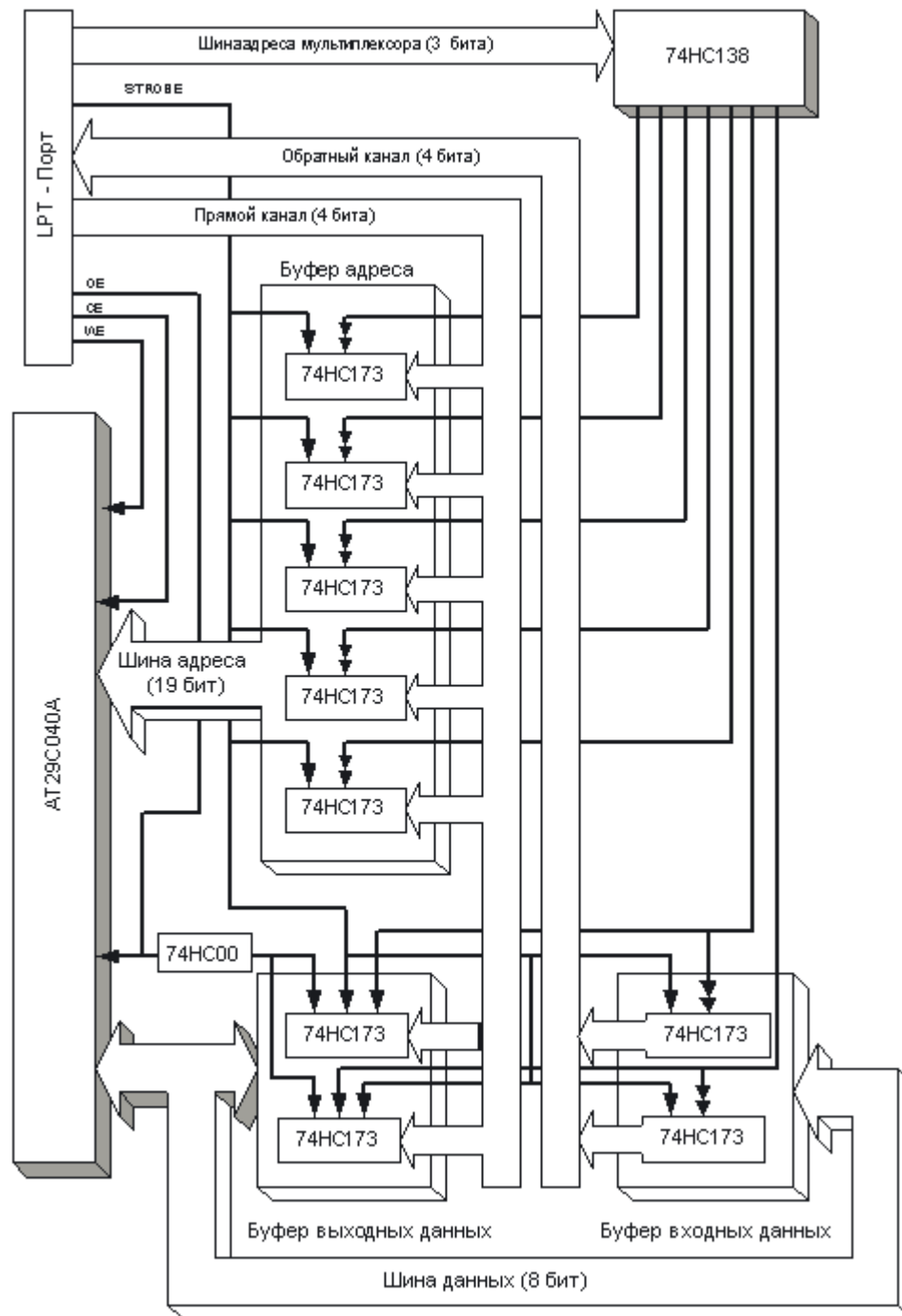


Рис.3. Функциональная схема устройства.

Устройство состоит из шести основных элементов.

- Микросхема флеш-памяти – основной элемент устройства необходимый для хранения информации.
- Буфер адреса – область памяти устройства (20 бит), данный буфер содержит адрес считываемого или записываемого байта информации. Буфер заполняется в цикле, по 4 бита за 5 итераций.
- Буфер выходных данных – область памяти устройства (1 байт), буфер содержит байт информации, который должен быть записан во флеш.
- Буфер входных данных - область памяти устройства (1 байт), которая содержит байт информации, полученный из флеш-памяти.

- Мультиплексор – устройство, предназначенное для выбора (поочередное подключение к шине) регистров буфера адреса и буфера данных, т.е. поочередно подключать рабочие регистры к шине.
- Разъем для LPT порта
Устройство содержит шину данных и шину адреса для общения интерфейса с флеш-памятью, а также два канала прямой и обратный для общения интерфейса с компьютером.

Исследование принципов работы параллельного интерфейса.

Как уже было сказано ранее для передачи и приема данных выбран параллельный порт LPT. Адаптер параллельной связи (в дальнейшем для краткости "параллельный адаптер") применяется в основном для подключения к компьютеру внешних устройств, а также для обеспечения связи между двумя компьютерами. Так как в нем для передачи информации используется 8 линий, то скорость передачи данных по сравнению с последовательным адаптером возрастает в восемь раз.

В состав интерфейса входят 8 выходных шин данных, 4 выходных управляющих шины и 5 входных шин для получения информации от устройства. Такая несбалансированность связана с тем, что интерфейс разрабатывался для связи с принтерами.

Работа с параллельным портом возможна через базовую систему ввода-вывода (BIOS) либо прямой записью в порты. В процессе тестирования и инициализации системы BIOS находит работоспособные адаптеры и записывает их базовые адреса в таблицу, которая располагается в области данных BIOS по адресу 0000:0408h и обычно содержит следующие значения:

378h - параллельный адаптер LPT1

278h - параллельный адаптер LPT2

Эти адреса представляют собой базовые адреса портов, предназначенных для работы с соответствующими параллельными адаптерами. Для работы с каждым из них выделено по 3 порта: БА (базовый адрес), БА+1, БА+2. Рассмотрим данные порты.

Порт БА (378h, 278h)

Этот порт, доступный как для записи, так и для чтения, предназначен для вывода данных. Программа может прочитать байт, только что записанный в порт БА. В дальнейшем, биты этого порта мы будем именовать DATA.

Порт БА+1 (379h, 279h)

Порт состояния устройства, доступен только для чтения.

№ бита	Описание
0,1,2	Равно нулю
3	Сигнал ERROR (ошибка внешнего устройства)
4	Сигнал SELECT (реакция внешнего устройства на его выбор)
5	Сигнал PE (конец бумаги)
6	Сигнал ACK (активность устройства)
7	BUSY (устройство занято)

Данные наименования носят условный характер, поскольку все вышеописанные сигналы равноправны, и могут использоваться для подачи любых сигналов от внешнего устройства, в том числе и для ввода данных.

Порт БА+2 (37Ah, 27Ah)

Порт применяется для управления внешним устройством. Он доступен для чтения и записи.

№ бита	Описание	Новое наименование.
0	STROBE (сигнал строба),	STROBE(CLK)
1	AUTO FEED (автоматический перевод строки)	<u>OE</u>
2	INIT (сброс внешнего устройства)	<u>CE</u>
3	SELECT IN (выбор устройства)	<u>WE</u>
4	IRQ Enabled - разрешение прерывания (при установке данного бита к процессору будут поступать сигналы прерываний при приходе сигнала ACK от внешнего устройства)	
5-7	Равны нулю	

Используемые режимы передачи данных.

Для передачи информации от устройства к компьютеру за основу был взят наиболее широко используемый способ передачи данных - режим тетрады (nibble - полубайт, 4 бита).

Стандартные параллельные порты поддерживают 5 линий от периферийного устройства к компьютеру, предназначенных для индикации состояния устройства. Используя эти линии, периферийное устройство может передать байт информации компьютеру за 2 цикла передачи, по четыре бита в каждом.

Для лучшего понимания переименуем линии, используемые в этом режиме связи:

Старое наименование	Новое наименование
AUTO Line Feed	OE
BUSY	3, а затем 7 бит данных DAT
PE	2, а затем 6 бит данных DAT
SLCT	1, а затем 5 бит данных DAT
ERROR	0, а затем 4 бит данных DAT

Алгоритм передачи информации в этом режиме выглядит следующим образом:

Перед началом операции необходимо убедиться, на линиях **OE** и **CE** установлен сигнал низкого уровня.

1. На шину адреса мультиплексора (линии D4..D6 шины данных порта) для выбора младшей (старшей) тетрады подаются сигналы 1,0,1 (0,1,1).
2. После подачи высокого уровня сигнала **STROBE**, выбранная тетрада помещается в обратный канал устройства (шина **DAT**)
3. Чтение тетрады данных с шины **DAT**
4. Для чтения оставшейся тетрады необходимо повторить пункты с 2-го по 4-ый.

В результате использования такого режима скорость передачи данных не превышает 50 Кб/с, однако он совместим со всеми существующими на сегодняшний день видами параллельных адаптеров, поэтому может быть применен для работы с устаревшей аппаратурой.

Для передачи информации от компьютера к ПУ используется 8 бит шины данных параллельного адаптера и 4 управляющих сигнала. Алгоритм записи 256 байт во флеш-память выглядит следующим образом:

1. На линию OE подается сигнал высокого уровня.
2. На адресную шину мультиплексора подается номер соответствующего регистра из буфера адреса (000,100,010,110,001 для регистров 0,1,2,3,4 соответственно)
3. В прямой канал выводится соответствующая регистру 4-битная часть адреса.
4. После подачи высокого уровня сигнала **STROBE**, выбранная 4-битная часть адреса запоминается в выбранном регистре.
5. Операции 2-4 повторяются для всех регистров, при этом в адресные шины A0-A7 записываются нули, а в адресные шины A8-A18 адрес сектора.
6. На линии CE, WE подаются сигналы низкого уровня.
7. После формирования адреса в выходной буфер устройства необходимо записать байт информации. Для этого на адресную шину мультиплексора подается сигнал выбора регистра (101 для младшей тетрады, либо 011 для старшей)
8. В прямой канал записывается либо младшая либо старшая тетрада байта в зависимости от того какой регистр был выбран ранее.
9. После подачи стробирующего сигнала (**STROBE**) тетрада данных переписывается в буфер.
10. На линии CE, WE подаются сигналы высокого уровня.
11. Операции 2-4 повторяются для 2-х младших регистров адреса, куда записывается адрес следующего из 256 байт в сегменте.
12. Операции 6-10 повторяются для всех 256 байт в пределах.
13. Производится задержка на 150 миллисекунд.
14. Производится чтение последнего байта (см. алгоритм чтения) до тех пор, пока бит 6 не перестанет переключаться при каждом чтении из 1 в 0 и обратно.

Выбор элементной базы

Микроконтроллер флеш-памяти AT29C040A

Одним из достоинств выбранной микросхемы является низкое входное напряжение, необходимое для внутрисистемного перепрограммирования. Для всех целей микросхема использует питающее напряжение 5В. Перепрограммирование микросхемы AT29C040A основано на секторном принципе; сначала данные в размере 256 байт загружаются во внутренний буфер микросхемы, а затем одновременно, записываются во внутреннюю флеш-память.

В течении цикла перепрограммирования, адресное пространство и данные в размере 256-ти байт внутренне блокируются, освобождая шину данных и шину адреса для других операций. После начала программного цикла устройство автоматически очищает сектор памяти и, затем, записывает туда данные, которые были записаны в буфер ранее. По завершении цикла можно получить доступ к данным, как на чтение, так и на запись.

Конфигурация выводов

Наименование вывода	Функция
A0 - A18	Адресные входы
<u>CE</u>	Включение чипа
<u>OE</u>	Включение выхода
<u>WE</u>	Включение записи
I/O0 - I/O7	Входы/выходы данных
NC	Не коммутируется

Базовые операций с устройством

Чтение: Когда на управляющих входах CE и OE сигнал низкого уровня, а на входе WE сигнал высокого, данные хранящиеся в ячейке памяти, определяемой адресом, поданным на шину адреса, могут быть получены с выхода.

Побайтная загрузка: Побайтную загрузку обычно используют для ввода 256-ти байт сектора, который будет запрограммирован. Загрузка байта данных будет произведена, когда на выходах WE и CE будут сигналы низкого уровня, на входе OE сигнал высокого. Чтение адреса происходит по заднему фронту импульса CE или WE, в зависимости от того какой импульс пришел последним.

Программирование (запись во флеш): программирование устройства основано на секторном принципе. Если хотя бы один байт сектора должен быть изменен, в устройство необходимо загрузить данные всего сектора. Если какой-нибудь байт информации, содержащийся в программируемом секторе, не был загружен, при записи он будет установлен в FFh. Как только все байты сектора загружены в устройство, они одновременно программируются (записываются во флеш) в течении определенного периода. После загрузки первого байта оставшиеся байты вводятся последовательно тем же способом. Для программирования каждого нового байта необходим переход управляющего сигнала WE (или CE) из верхнего уровня в нижний, а, затем, через 150 мкс, переход управляющего сигнала WE (или CE) из нижнего в верхний. Если сигнал не перейдет из верхнего уровня в нижний в течении 150 мкс после последнего перехода, период загрузки будет закончен и начнется период внутреннего программирования сектора с адресом заданным в A8..A18. Адрес сектора должен быть активен в течении каждого перехода управляющего сигнала WE (или CE). A0..A7 определяют адрес байта в секторе. Байты могут быть загружены в любом порядке; последовательность загрузки значения не имеет.

Регистр сдвига

В основе устройства лежит микросхема K1564ИР15 (зарубежный аналог – 74НС173). Данная микросхема представляет собой 4-разрядный реверсивный регистр сдвига с параллельной загрузкой и 3-мя выходными состояниями, позволяющий сдвигать информацию в обоих направлениях.

Мультиплексор

Также в устройстве применяется 8-канальный мультиплексор с 3-мя адресными входами, 2-мя инверсными и 1 прямым информационными входами и 8-ю инверсными выходами K1564ИД7 (зарубежный аналог - 74НС138).

Решение задачи

Рассмотрим принцип работы устройства. Данное устройство представляет собой интерфейс связи с микроконтроллером AT29C040, разработанным фирмой Atmel. Устройство состоит из формирователя адреса, входного и выходного буферов. Формирователь адреса состоит из пяти 4-разрядных регистров с общей входной шиной данных, управляемых мультиплексором. Совокупность из 5 регистров позволяет адресовать адресное пространство до 1 Мб. Однако, в используемом микроконтроллере флеш-памяти объем памяти ограничен 512 килобайтами, поэтому старший адресный бит не используется.

Первые 4 бита (0-3) выходных сигналов данных LPT-порта являются прямым каналом устройства. Биты 4, 5 и 6 являются шиной адреса мультиплексора и подаются на его адресный вход, осуществляя выбор регистра, в который будет производиться запись данных с шины. Пять 4-разрядных регистров служат формирователем адреса, два 4-разрядных регистра предназначены для вывода данных и два - для ввода данных.

Каждый регистр предназначен для хранения 4 битов информации, которые записываются в него с шины данных по переднему фронту сигнала синхронизации при наличии низкого уровня напряжения на разрешающих входах. При необходимости выходы регистра переходят в состояние высокого импеданса, чтобы не вызывать помех на общей шине данных.






Микросхема содержит 4 D-триггера, запись в которые осуществляется подачей информации на входы и низкого уровня напряжения на линии включения входов. Если на одной из линий включения входов высокий уровень напряжения, данные, поданные на вход, в регистр не запишутся.

При наличии низкого уровня напряжения на обоих выходах включения выхода микросхема выводит содержимое регистра на выходы, в противном случае выходы находятся в состоянии высокого импеданса.

Для сброса регистра в нуль предусмотрен вход сброса. Регистр переводит все триггеры в «0» при подаче на данный вход напряжения высокого уровня.

Вход синхроимпульса обеспечивает работу встроенных в регистр D-триггеров.

Таблица истинности микросхемы K1564ИР15:

Сброс	Синхр.	Вкл. вх.1	Вкл. вх.2	Вход	Вкл. вых.1	Вкл. вых.2	Выход
X	X	X	X	X	1	X	Z
X	X	X	X	X	X	1	Z
1	X	X	X	X	0	0	0
0		X	X	X	0	0	Q ₀
0		1	1	X	0	0	Q ₀
0		X	X	X	0	0	Q ₀
0		0	0	1	0	0	1
0		0	0	0	0	0	0

Z – состояние высокого импеданса

X – произвольное состояние

8-канальный мультиплексор с 3-мя адресными входами позволяет осуществлять выбор одного из регистров для последующей записи в него информации. На прямой информационный вход мультиплексора подается высокий уровень напряжения, на обратные - низкий, на адресный вход с шины адреса мультиплексора (линии D4, D5, D6 выходной шины данных LPT-порта) подается номер регистра в двоичном коде. Низкий уровень напряжения на соответствующем выходе мультиплексора поступает на инверсный разрешающий вход соответствующего регистра и инициирует запись данных из прямого канала (линии D0, D1, D2, D3 выходной шины данных LPT-порта) в регистр.

Входной и выходной буфер состоят из двух 4-разрядных регистров. Выходной буфер служит формирователем данных, подающим на входы данных микросхемы флеш-памяти байт информации. Выходной буфер работает аналогично формирователю адреса, управляется тем же мультиплексором, объединен на входе с выходом выходного буфера, на выходе регистры спарены на обратный канал. При необходимости выходы выходного и входного буферов переходят в состояние высокого импеданса, чтобы не вызывать помех на шине данных микросхемы и в обратном канале соответственно. При этом выходной буфер отключается полностью, а во входном отключаются либо оба регистра, либо один.

При чтении данных под управлением мультиплексора адрес по 4 разряда записывается через прямой канал в регистры формирователя адреса. При этом при записи в очередной

регистр высокий уровень напряжения на всех кроме текущего выходах мультиплексора не позволит прочим регистрам, использующим прямой канал, прочесть из него информацию.

Затем на инверсный вход микроконтроллера OE и одновременно через инвертор на входы включения выходов регистров выходного буфера подается низкий уровень напряжения, тем самым выходной регистр отключается от шины данных микроконтроллера AT29C040, а на шину данных выводится значение байта чей адрес соответствует выставленному ранее. Под управлением мультиплексора производится чтение младшей, а затем старшей тетрады с выдачей в обратный канал.

При записи данных помимо описанного выше формирования адреса, формируется также аналогично байт данных в выходном регистре для записи в микросхему. После этого мультиплексор переключается на 8-й выход, отключив, таким образом, все регистры от прямого и обратного каналов, на вход OE подается высокий уровень сигнала, а на входы включения выходов регистров выходного буфера через инвертор – низкий. При этом выходной буфер формирует байт данных, который передается на микросхему. Управление записью производится сигналами WE, CE. После записи байта адрес и новое значение в выходном буфере формируются тем же образом.

Технологическое проектирование.

Изготовление макетной платы осуществлялось в лабораторных условиях, с использованием не специального вспомогательного оборудования и оснастки. Как известно, в основе техпроцесса изготовления печатной платы лежит метод фотолитографии, рассмотрим его для нашего случая:

Первой операцией является получение оригинал-макета изготовленного на прозрачном материале. Под прозрачным материалом можно использовать материал, который пропускает ультрафиолетовый свет. Это связано с тем, что все фоторезисты поглощают в ультрафиолетовом (200-400 нанометров) и не поглощают в видимом диапазоне спектра. В качестве материала для печати целесообразно использовать кальку или матовую полимерную пленку для лазерных принтеров. Эти материалы хорошо держат форму линий, хотя и поглощают часть ультрафиолетового света. Так стандартная калька уменьшает пропускание ультрафиолетового света в пять раз, а пленка Folarproof Laserfilm DM в 3,5 раза. Калька значительно дешевле, но дает усадку при нагреве в лазерном принтере, что существенно при высоких разрешениях. Пленка Folarproof Laserfilm - безусадочная и используется при изготовлении прецизионных печатных плат.

Для изготовления оригинал-макета можно использовать программное обеспечение для создания печатных плат (таких как PCAD) и лазерный принтер. Для получения качественного изображения разрешение принтера необходимо установить 600 точек на дюйм (600 dpi), плотность нанесения тонера на максимум, контраст - на максимум, яркость - на 50%.

Одно из ключевых требований к оригинал-макету - это абсолютная непроницаемость линий для ультрафиолетового света. Для усиления оптической плотности тонера необходимо использовать дополнительные средства. В качестве одного из таких средств можно использовать жидкость Densitone Spray. Она наносится на поверхность отпечатка схемы, полученного лазерной печатью и усиливает оптическую плотность рисунка от 1.3 - 1.7 (обычный лазерный принтер) до 3.0 - 3.6.

Вторым этапом является разметка и сверление отверстий с последующей металлизацией. Для разметки используется копия оригинал-макета с отметками отверстий и керн. Затем производится сверление отверстий по полученным меткам. После сверления производится металлизация отверстий химическим осаждением.

Третьим этапом является нанесение светочувствительного материала на печатную плату. Промышленность выпускает печатные платы с уже нанесенным фоторезистивным слоем, однако использование таких плат в данном случае неприменимо. Это связано с тем, что перед нанесением слоя фоторезиста производится сверление отверстий и их металлизация, а впоследствии отверстия закрываются защитной маской фоторезиста.

Перед нанесением необходимо очистить медную фольгу печатной платы, промыть ее изопропиловым спиртом. После сушки производится распыление фоторезиста на медный слой и сушка. Сушка при комнатной температуре недостаточна. Для достижения максимальных защитных характеристик пленку фоторезиста необходимо высушить при температурах 70-80 °С в течение 15 минут. После такой сушки пленки можно достигнуть глубины травления меди до 70 мкм. Чтобы протравить рисунок на большие глубины более 100 мкм пленку фоторезиста после сушки при температуре 70-80 °С необходимо задубить при температурах 130-140 °С в течение 30 минут.

Четвертым этапом является экспонирование и проявление фоторезиста. Для экспонирования используется источник ультрафиолетового света. Время экспозиции зависит от мощности лампы, расстояния от лампы до платы и толщины пленки фоторезиста. Совмещение оригинал-макета с заготовкой печатной платы производится по базовым отверстиям. Оригинал-макет помещается тонерной стороной на плату, прижимается оргстеклом и экспонируется. В процессе экспонирования необходимо предусмотреть защиту от опасного ультрафиолетового излучения. Экспонирование должно проводиться в затемненном помещении при отсутствии прямых лучей солнечного света.

После экспонирования печатной платы производится ее проявка. Плата помещается в емкость с проявителем и выдерживается около 30 секунд, после чего извлекается и промывается в проточной воде.

Пятым этапом является травление медных областей, не защищенных фоторезистом. Используется следующий состав травителя :

- 200 мл соляной кислоты (HCl 35%),
- 30 мл перекиси водорода (H₂O₂ 30%),
- 770 мл воды (H₂O).

Преимуществами этой методики являются высокая скорость травления и сравнительная химическая безопасность. Однако тщательное соблюдение мер безопасности с химикатами, прежде всего с перекисью водорода является очень важным.

Плата фиксируется с помощью самоклеющейся ленты и погружается в ванну травления. Время травления сильно зависит от перемешивания и температуры ванны и продолжается приблизительно 10 минут с хорошо перемешиваемым и свежим раствором при комнатной температуре. Реакция ускоряется при нагреве ванны максимум до 50 °С.

Платы необходимо затем промыть проточной водой. Раствор травителя может быть восстановлен добавлением H₂O₂. Оценка количества перекиси водорода, требуемой для восстановления травителя, осуществляется визуально: погруженная медная плата должна перекрашиваться из красного цвета в темно-коричневый цвет.

Образование пузырей в травителе сигнализирует об избытке H₂O₂, что ведет к остановке химической реакции травления. Это можно исправить добавлением HCl. Один литр подготовленной смеси достаточен для травления приблизительно 10 м² медной поверхности при постоянном добавлении H₂O₂.

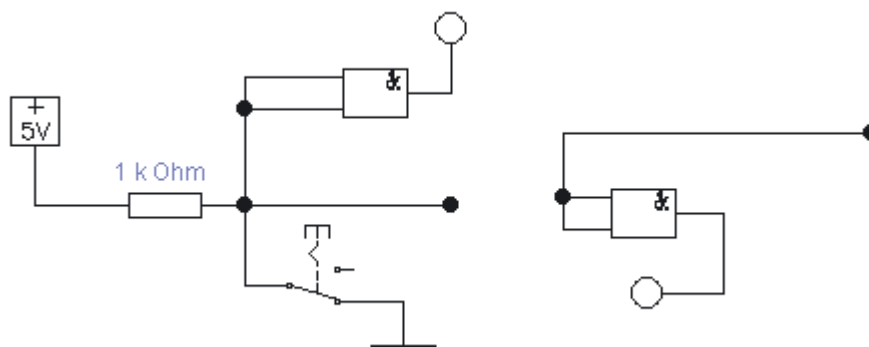
Шестой этап: после травления производится удаление фоторезиста. Это может быть выполнено органическими растворителями, например, ацетоном.

Аппаратные методы контроля выходных состояний порта.

В процессе реализации драйвера интерфейса возникла необходимость в отображении выходных сигналов порта. Четкое представление о текущем состоянии выходных линий позволило более полно понять особенности работы стандартного LPT порта, а также отладить программную составляющую устройства.

Для этих целей был разработан контрольный макет, выполняющий индикацию состояний порта, а также позволяющий подавать в порт компьютера произвольные сигналы, эмулируя тем самым работу обратной шины устройства.

Отличительной особенностью разработанного макета является то, что при помощи встроенных повторителей производится развязка цепей порта и светодиодов, что обеспечивает как устойчивую передачу логических сигналов и соответствие их напряжений требуемым уровням, так и четкую индикацию.



В состав макета вошли светодиоды, повторители напряжения, основанные на микросхемах 2И К155ЛИ1, резисторы МЛТ сопротивлением 1кОм и 8-канальный DIP-переключатель. В зависимости от состояния переключателя входное питающее напряжение либо падает на соответствующем резисторе, либо передается на вход повторителя и вход LPT - порта, позволяя таким образом задавать состояние входов порта. Сигналы с выходов LPT-порта подаются через повторители на светодиоды. Созданное устройство надежно обеспечивает задачи перепрограммирования Flash памяти и в дальнейшем может быть использовано для создания средств удаленного программирования технологического оборудования, в частности: робототехнического комплекса поверхностного монтажа (разработка которого сейчас ведется на кафедре Иу4), печами оплавления припоя и т.п.

Выводы.

Разработанное устройство обладает высокой гибкостью, поскольку управление состоянием выходов и входов интерфейса происходит на программном уровне. Благодаря такому подходу появляется возможность использования данного устройства для программирования и чтения разных микроконтроллеров памяти путем замены только программного обеспечения. Поскольку в основу устройства были заложены принципы работы с микросхемами ПЗУ возможно чтение данных микросхем без изменения программного и аппаратного обеспечения.

Помимо этого, архитектура устройства позволяет производить операции с произвольными микросхемами памяти, питающимися от напряжения 5 В. после незначительной доработки, сводящейся в большинстве случаев к изготовлению переходной панели и созданию нового программного обеспечения.

Благодаря использованию стандартного параллельного порта, устройство не требует дополнительных адаптеров ввода-вывода и работоспособно при соединении с любыми IBM-совместимыми персональными компьютерами, в том числе и с устаревшими.

Устройство полностью построено на интегральных микросхемах серии, выпускаемой массовым производством, что существенно повышает технологичность и снижает стоимость устройства.

Литература

1. Справочник конструктора РЭА. Общие принципы конструирования, под ред. Р.Г. Варламова, -М: Изд-во советское радио, 1980. – 476 с.
2. Philips Semiconductors Product Specification File Under Integrated Circuits IC06 Data Sheet, December 1996
3. Князев А. Д. Элементы теории и практики электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств. М.: Радио и связь, 1984. –336с.
4. ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89). Степени защиты, обеспечиваемые оболочками

ПРИБОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ АКУСТИЧЕСКИМ НИЗКОЧАСТОТНЫМ МЕТОДОМ

Лихопой А.А., Сысоев А.М.
Научный руководитель: к. т. н., доц. Гриднев В. Н.

Кафедра ИУ4
Московский Государственный Технический Университет им. Н. Э. Баумана
г. Москва, Россия

DEVICES FOR TESTING BY ACOUSTIC LOW-FREQUENCY METHOD

A. Lihopoy, A.Sysoev
Supervisor: Ass. Prof. V. Gridnev (BMSTU)
Department of "Design and manufacturing of electronic devices"
Bauman Moscow State Technical University
Moscow, Russia

E-mail: lih_and@mail.ru

Аннотация

Рассматривается низкочастотный метод обнаружения дефектов в многослойных композиционных материалах. Описываются особенности дефектоскопов АД-42ИМ, АД-42ИП, АД-64М.

Abstract

Low-frequency method of revealing defects in sandwich composite materials is considered. Features of AD-42IM, AD-42IP and AD-64M acoustic flaw detectors are described.

Введение

В авиационной и других отраслях промышленности широко применяются многослойные конструкции представляющие собой различные комбинации соединенных между собой слоев из металлов и неметаллических материалов. В настоящее время полимерные материалы повсеместно вытесняют традиционные алюминиевые и титановые сплавы. Одним из эффективных средств неразрушающего контроля таких конструкций являются низкочастотные акустические методы. Суть методов состоит в регистрации изменения режима колебания пьезоэлектрической пластины датчика, находящейся в контакте с контролируемым объектом.

В МНПО "СПЕКТР" разработаны и выпускаются несколько типов акустических низкочастотных дефектоскопов.

АД-42ИМ

Дефектоскоп АД-42ИМ – компактная акустическая система, использующая для обнаружения дефектов импедансный метод. Он предназначен для обнаружения дефектов типа пустот, непрочности, включений и расслоений в композиционных материалах, слоистых пластиках, деревянных конструкциях, в изоляции трубопроводов и т.п. Особенно эффективно его применение для контроля композиционных материалов (в т.ч. с сотовым наполнителем).

Дефектоскоп имеет низкое потребление энергии, т.к. включение прибора происходит при помещении преобразователя на контролируемое изделие. Будучи достаточно легким, прибор позволяет выполнить контроль в труднодоступных местах или в замкнутых пространствах.

Дефектоскоп комплектуется несколькими типами датчиков. Датчик совмещенного типа оптимально подходит для обнаружения подповерхностных дефектов (глубина залегания до 1 мм). Им успешно обнаруживаются дефекты типа расслоение в обшивке. Датчики раздельно-совмещенного типа наиболее чувствительны к глубоко залегающим дефектам типа непрочности между слоями, дефекты в наполнителе и т.п. Дефектоскопом уверенно обнаруживаются дефекты площадью 300-400 мм². Скорость сканирования составляет от 2 до 10 см/с.

Дефектоскоп успешно эксплуатируется на ряде предприятий авиационной промышленности.

АД-42ИП

Одной из последних разработок является дефектоскоп АД-42ИП, в котором для обнаружения дефектов также используется импедансный метод.

Для обнаружения дефектов в пластиках на глубине до 10-20 мм применяется раздельно-совмещенный преобразователь с импульсным возбуждением колебаний. Надежное обнаружение дефектов таким преобразователем возможно только когда размеры дефектов больше расстояния между пьезоэлементами. В преобразователях дефектоскопа АД-42ИП это расстояние составляет 7 мм, что ограничивает размеры минимально выявляемых дефектов. Основное преимущество при использовании данного типа датчиков – большая чувствительность к глубоко залегающим дефектам за счет изменения не только частоты колебаний, но и коэффициента передачи от излучающего преобразователя к приемному [1,2]. Для выявления дефектов раздельно-совмещенным преобразователем в дефектоскопе АД-42ИП применяется амплитудная обработка информации. Контролируемой величиной является мощность принятого сигнала, выраженная в дБ относительно уровня на бездефектном участке.

Для учета влияния неоднородности контролируемого материала настройка дефектоскопа на бездефектном участке происходит не в одной точке, а при движении, что позволяет учесть фрикционный шум, возникающий при движении датчика по шероховатой поверхности. Уровень порогов срабатывания автоматической индикации дефектов устанавливается на 3дБ более широким, чем вариация входного сигнала на бездефектном участке. При необходимости, пользователь может выставить пороги и нулевой уровень сигнала вручную или считать настройки, заранее записанные в память дефектоскопа.

Так как при увеличении механического импеданса происходит уменьшение

чувствительности, в комплекте с дефектоскопом АД-42ИП поставляется раздельно-совмещенный преобразователь с пьезоэлементами, имеющими большую резонансную частоту и позволяющими расширить спектр контролируемых материалов.

Для обнаружения дефектов в материалах с большим механически импедансом (металлы) и расслоений в поверхностном слое пластиков применяется совмещенный преобразователь – возбуждение и измерение колебаний происходит в одной точке.

При импульсном возбуждении, в отличие от непрерывного, основным информативным параметром является частота колебаний, поэтому для увеличения изменения частоты над дефектом в преобразователе используется волновод с длиной много меньшей длины волны в нем, что позволяет также уменьшить габариты [1,3].

Диапазон рабочих частот совмещенного преобразователя применяемого в дефектоскопе АД-42ИП составляет 16 – 20 кГц.

В большинстве приборов импедансного контроля применяется комбинированный амплитудно-частотный метод обнаружения дефектов, который заключается в пропускании входного сигнала через фильтр с наклонной АЧХ и последующим измерением амплитуды сигнала [4,5,6]. У такого метода существует характерный недостаток, когда при определенной комбинации параметров материала и дефекта изменение сигнала при изменении резонансной частоты компенсируется изменением амплитуды резонанса. Для того чтобы избежать такого наложения приращений сигнала, в дефектоскопе АД-42ИП для совмещенного датчика применяется контроль по двум параметрам: по частоте и по амплитуде. Обработка информации по амплитуде ведется аналогично работе с раздельно-совмещенным преобразователем. Обработка информации по частоте ведется следующим образом: на бездефектном участке происходит усреднение частоты собственных колебаний, вычисляется доверительный интервал, и устанавливаются пороги пропорциональные этому интервалу. Необходимо отметить, что настройка по амплитуде и частоте с последующей обработкой происходит одновременно.

Дефектоскоп АД-42ИП можно применять для обнаружения пустот, непроклеев, расслоений или изменений в структуре композиционных материалов (в т.ч. с сотовым наполнителем и слоистых пластиках), деревянных конструкциях, в изоляции трубопроводов и т.п.

Дефектоскоп представляет собой портативный прибор с автономным питанием и позволяет выполнять контроль в труднодоступных местах и замкнутых пространствах. Основным контролируемым параметром является механический импеданс, изменения которого фиксируются по изменению амплитуды и частоты собственных колебаний преобразователя. Для уменьшения потребления электроэнергии отслеживается контакт

преобразователя с контролируемым изделием, и при его отсутствии отключаются генерация возбуждения. Основные параметры работы и график амплитуды или частот измеряемого сигнала отображаются на встроенном жидкокристаллическом индикаторе. Индикация о наличии дефекта осуществляется светодиодом на преобразователе и звуковым генератором на лицевой панели.

Настройка прибора осуществляется через экранное меню, последние параметры работы автоматически сохраняются, и при включении прибора пользователь сразу может перейти к контролю. Имеется возможность записать измеренный сигнал в память прибора и в дальнейшем передать эту информацию в персональный компьютер (ПК). Для связи с ПК в дефектоскопе установлен инфракрасный приемо-передающий модуль, который позволяет обеспечить передачу в непрерывном режиме, т.е. во время контроля информация отображается на экране дефектоскопа и синхронно поступает в ПК. Это позволяет реализовать дополнительную обработку информации и реализовать пользовательские алгоритмы обнаружения дефектов.

АД-64М

Акустический дефектоскоп АД-64М предназначен для обнаружения тех же типов дефектов, что АД-42ИМ и АД-42ИП, но в дополнение к импедансному методу контроля, использует метод свободных колебаний, который оптимально подходит для контроля изделий и материалов с низким значением модуля Юнга.

Отличительными особенностями дефектоскопа являются:

- 1) широкий диапазон контролируемых материалов: от сталей до пенопласта и конструкций с мягкими наружными и внутренними слоями, что обеспечивается применением двух взаимодополняющих методов контроля;
- 2) сухой контакт преобразователя с контролируемым объектом, что исключает необходимость трудоемкой предварительной подготовки поверхности;
- 3) применение спектральной обработки информации, что дает возможность выбрать диапазон анализируемых частот и обнаруживать дефекты с площадью в 50 – 100 мм²;
- 4) наглядное представление информации в виде временной развертки, позволяющее более точно определять место нахождения дефекта;
- 5) возможность запоминания и воспроизведения режимов настройки, исключающая использование на рабочем месте контрольных образцов.

Дефектоскоп представляет собой компьютеризированную систему на базе персонального компьютера. Основная область его применения – это контроль изделий на стадии производства. За счет применения более прогрессивного метода обработки информации

имеется возможность определения не только места залегания дефекта, но и его типа.

Заключение

Представленные приборы различаются по функциям, цене, габаритам, способам обработки информации, имеют другие отличительные особенности, но все они позволяют успешно обнаруживать дефекты. Причем эффективность напрямую зависит от правильного выбора дефектоскопа с учетом характерной области применения и круга решаемых задач при контроле изделий.

Литература

1. Ланге Ю.В. Акустический низкочастотный метод неразрушающего контроля многослойных конструкций. – М.: Машиностроение, 1991. – 272с.
2. Ланге Ю.В., Мужичкий В.Ф., Нефедов С.В. О работе преобразователей низкочастотных акустических дефектоскопов со спектральной обработкой информации. - Дефектоскопия, 1999, №1, с.55-64.
3. Ланге Ю.В., Воропаев С.И., Мужичкий В.Ф. и др. Спектры импульсных сигналов преобразователей низкочастотных акустических дефектоскопов. – Дефектоскопия, 1996, №5, с. 9-19.
4. Ланге Ю.В., Воропаев С.И., Мужичкий В.Ф. и др. Новые низкочастотные акустические дефектоскопы для неразрушающего контроля многослойных конструкций. – Тезисы докладов 14-й российской конференции “Неразрушающий контроль и диагностика”. 23-24 июня 1996 г. – М. Доклад 2.71, с.86.
5. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник/ В.В.Клюев, Ф.Р.Соснин, В.Н.Филинов и др.; Под ред. В.В.Клюева. – М.: Машиностроение, 1995.– 488 с., ил.
6. Сыроев А.М., Мужичкий В.Ф. Приборы для контроля акустическим низкочастотным методом. – Сборник трудов 4-ой международной научно-технической конференции “Качество машин”. 2001 г. – Брянск, с. 157 – 178.

ОБ ОПЫТЕ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ САПР ПРИ РАЗРАБОТКЕ КД ПРИБОРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Спиридонов А.В.

Кафедра ИУ4

Московский Государственный Технический Университет им. Н. Э. Баумана
г. Москва, Россия

На современном уровне развития технологий становится очевидным необходимость применения специализированного ПО на всех этапах производства продукции. Для задач, связанных с созданием и сопровождением КД на то или иное изделие на всём этапе производства, выгода времени и средств от использования специализированного ПО становится всё более и более заметной.

На каждое изделие, выпускаемое на приборостроительном предприятии и на предприятиях подобного профиля, необходим полный комплект КД (схемы, чертежи, сборки, спецификации и т.д.). Для этих задач можно выделить ряд специализированных средств САПР - AutoCad, Caddy GP, Pro-Engineer, T-Flex. Всех их объединяет возможность выпуска комплекта КД той или иной полноты. Кроме этого САПР должен реализовывать ряд дополнительных функций, служащих для облегчения и ускорения труда разработчика. Среди них можно выделить такие функции, как: возможность ведения БД по созданным проектам, создание и использование библиотек, наличие библиотек стандартных элементов (болты, гайки, ЭРЭ и т.д.), возможности графического редактора САПР. Стоит особенно отметить возможность выпуска КД, адаптированной к требованиям российских ГОСТов и ОСТов.

Безусловно, можно использовать для решения подобных задач ПО общего назначения, такие как Corel Draw, MS Word, MS Excel и т.д. Например, можно делать спецификацию на изделие в MS Excel; рисовать плату в Corel Draw и пр. Но такие способы подготовки КД имеют при небольшом количестве плюсов большое количество минусов: к плюсам можно отнести следующие оценки – необязательность специальной подготовки кадров, параллельная работа нескольких приложений, как правило, низкие аппаратные требования. Минусов же несомненно больше – сложная коррекция уже готовых проектов, неприспособленный пользовательский интерфейс ПО для решения данных задач, и отсутствия вышеописанного ряда требования к пакетам САПР.

Для проектирования печатных плат имеет смысл рассматривать 2 пакета: **Caddy EDS (электроника)** и **P-Cad**.

В конце 80-х годов система **P-CAD 4.5** была внедрена практически на всех предприятиях радиоэлектронной промышленности, имеющих отношение к производству печатных плат (ПП). В систему входят редакторы принципиальных схем и многослойных ПП, программы автоматического размещения компонентов на ПП и трассировки соединений, выдачи чертежей на принтер, плоттер, фотоплоттер, выдачи данных на сверлильные станки с ЧПУ, а также вспомогательные сервисные программы.

Версия **P-CAD 8.5** хотя и не русифицирована, но имеет значительные преимущества перед версией **P-CAD 4.5**. За счет перехода к 32-разрядным базам данных повышена разрешающая способность графических редакторов и практически сняты ограничения на размер и сложность печатной платы. Основное достоинство новой версии - повышение качества трассировки ПП за счет исправления ошибок в алгоритме оптимизации предыдущих версий. В графическом редакторе ПП введен режим редактирования таблиц апертур фотоплоттера и добавлена возможность очистки областей вокруг зон вспышек фотоплоттера. Предусмотрена возможность инсталляции системы под управлением Windows (сам пакет по-прежнему работает под управлением MS DOS). Введены атрибуты ширины трасс. В настоящее время прекращено развитие системы **P-CAD** для DOS, которое завершилось выпуском в апреле 1998 г. версии **P-CAD 8.7**. Однако, фактически **P-CAD** не поддерживается уже давно: нет драйверов для современных мониторов и периферийного оборудования, не пополняются библиотеки компонентов. В 2000-ом году вышла новая версия **P-CAD 2000**, имеющая уже Windows-совместимый интерфейс и оснащённая рядом новых функций, но несмотря на это последнее время предприятия стали постепенно переходить на работу с более мощными системами проектирования радиоэлектронной аппаратуры, например, **Caddy EDS**.

По сравнению с **P-Cad** сюда добавлен ряд функций: многоцветный графический интерфейс, улучшенный пользовательский интерфейс, использование библиотек стандартных элементов, использование пользовательских библиотек, улучшенный трассировщик плат, автоматическое размещение элементов, возможность работы с МПП. Кроме того, пакет **Caddy EDS** русифицирован.

Сам процесс проектирования в **Caddy EDS** имеет одну, весьма важную особенность – функция связанного проектирования динамически изменяет одну из схем (монтажную, принципиальную, чертежи ПП, фотошаблоны ...) при изменении любой другой. Это облегчает работу разработчика и исключает ряд ошибок, связанных с исправлениями на других схемах.

Выходные данные системы **Caddy EDS** можно условно разделить на 2 категории.

С одной стороны, можно выпустить чертёж изделия (печатной платы) на любом этапе производства (например, можно получить чертёж послойной паяльной маски для производства ПП), сборочные чертежи ПП, ячеек и т.д. Также есть возможность выпуска полного комплекта КД (сборочный чертёж, эскизы операций, операционный лист, спецификацию, список элементов и многое другое) в соответствии с ГОСТ РФ. Это позволяет контролировать процесс производства изделия практически на каждом технологическом переходе, вести архив изделий и пр.

С другой стороны, пакет **Caddy EDS** позволяет использовать при производстве ПП станки с ЧПУ и САМ-станции (станции контроля и проверки). Эта функция достигается путём создания системой специальных файлов, причём в формате именно той оснастки, при помощи которой производится та или иная операция. Это позволяет автоматизировать весь процесс производства ПП (причём, это возможно и при единичном и мелкосерийном производстве) от сверловки до выходного контроля, что при нынешнем уровне сложности ПП принимает очень важное значение.

Кроме того, есть ещё система **ACCEL EDA** но широкого применения она не нашла.

Для проектирования двухмерных приборных конструкций рассмотрим работу с 4-мя пакетами: **Caddy GP**, **AutoCad 14** и российскими разработками **T-Flex** и **Компас**. Необходимо отметить, что, хотя эти пакеты имеют одну область применения (создание 2D – чертежей механических деталей, узлов и конструкций) методика проектирования в каждом из них различна и имеет свою специфику. Например, T-FLEX – пакет, использующий параметрическое черчение, т.е. линии изображения располагаются поверх линий построения. В CADDy GP построение линий осуществляется по растрам координатной сетки. В AutoCAD'e наоборот, нет никаких привязок ни к линиям построения, ни к координатной сетке, и линии изображения, будь это отрезок, сплайн или окружность, создаются в необходимом месте чертежа.

Т.о., рассматриваемые нами пакеты имеют свои особенности в методике проектирования, что не может не откладываться отпечаток на универсальности каждого из них и имеет свои сильные и слабые стороны. Например, в пакете T-FLEX, нет никаких ограничений на сложность чертежа, но при создании насыщенных по количеству элементов чертежей, содержащихся в проекте, возникают определенного рода сложности, связанные с неудобством восприятия чертежа из-за переизбытка линий построения на нем. Одним из главных недостатков системы CADDy GP является неудачный интерфейс графического редактора, что создаёт дополнительные сложности для оператора (плохо проработанный алгоритм масштабирования чертежа, отсутствие всплывающего меню, невозможность пошагового «отката» и пр.). Но для создания простых проектов, в которых создание элементов должно осуществляться по растровой сетке, эта система наиболее приемлема из рассматриваемых.

Система AutoCad имеет ряд дополнительных подключаемых модулей, например векторизатор RasterDesk. Кроме того, многие системы поддерживают формат файлов DWG и *.DXF, что позволяет, кроме всего прочего, использовать этот пакет в качестве транслятора файлов векторной графики.

Компас многие работающие в этой системе называют «русским автокадом». Эта система имеет ряд плюсов по сравнению со своим более «именитым» аналогом. Это и полностью русский интерфейс, и более удобное меню функций, и адаптация к требованиям отечественных стандартов и многое другое. Кроме того, уже ряд кафедр МГТУ, в том числе и «прикладная механика», стимулирует работу своих студентов с этим пакетом.

Система Компас, так же как и T-Flex сравнительно молодая, но уже снискала популярность на ряде предприятий, в том числе, оборонного профиля – что показывает всю серьёзность этих пакетов. Представителю гос. заказчика кроме бумажной копии документа теперь необходимо представить и электронный вариант.

Кроме того, системы AutoCad, Компас и T-Flex можно использовать и для 3-D моделирования, хотя есть пакеты с большими возможностями для работы с такими задачами, о них и пойдёт речь в следующем разделе.

Для создания сложных трёхмерных изделий используются специальные программные пакеты, такие как **Pro Engineer**, **Evklid**. В их состав входит большое количество приложений, связанных с векторной визуализацией процесса проектирования, математической обработкой и динамическим пересчётом модели в процессе изменения проекта и пр. Безусловно, эти приложения требуют больших системных ресурсов, как инфологических, так и аппаратных. Зачастую, для работы с такими пакетами используют специальные рабочие станции (например рабочие станции **Silicon Valley**), спроектированные специально для работы с такими пакетами. Кроме того, рабочие места конструктора могут быть соединены непосредственно с производственными машинами, т.е. эти средства имеют в своём арсенале и средства управления станками с ЧПУ. Важность этой функции уже была отмечена выше. Но к негативным сторонам этих средств можно отнести ещё и тот факт, что для работы с ними нужен специально обученный персонал, обучение которого из-за узкой направленности пакетов стоит немалых затрат. Поэтому использование этих средств для создания двухмерных конструкций нерентабельно.

Естественно, что я рассмотрел лишь некоторые из средств САПР, и что ещё есть целый ряд других программных пакетов, предназначенных для решения практически тех же задач, что и рассмотренные. Из обзора видно, что можно выделить ряд черт, характерных

для САПР как для отдельного класса ПО и отличающих его от других классов : широкие возможности по работе с библиотечными элементами ; возможности по автопоиску контуров для штриховок , размеров и т.д. ; достаточно узкая специализация отдельного пакета ; работа со средствами широкоформатного вывода и пр.

Можно отметить , что в России , кроме активного внедрения импортных пакетов , начался процесс создания своих специализированных программных продуктов , в т.ч. и САПР , поэтому на рынке труда появляется большое количество вакансий инженеров со знанием специальных приложений . Для повышения уровня выпускаемых инженеров с моей точки зрения стоит уделять большее внимание изучению САПР в процессе обучения студентов технических специальностей .

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ БОРТОВОГО АМОРТИЗАТОРА С ЭЛЕМЕНТАМИ САПР ИТР

Кутаков С.

Научный руководитель: к. т. н., доц. Резчикова Е.В.

Кафедра ИУ4

Московский Государственный Технический Университет им. Н. Э. Баумана
г. Москва, Россия

Процесс проектирования конструкции бортового амортизатора сопряжен с решением вопросов выбора формы верхнего и нижнего диаметров упругого элемента (УЭ), определения видов образующих наружной и внутренне поверхностей УЭ, выбора материала УЭ, определения конструктивного исполнения и пространственной структуры УЭ.

В целом, процесс проектирования конфигурации УЭ бортового амортизатора является чисто логическим и может полностью выполняться при помощи систем автоматизированного проектирования.

Рассмотрим принципы проектирования конструкции бортового амортизатора (БА) с помощью системы автоматизированного проектирования изобретательского технического решения (САПР ИТР). Предлагаемая технология базируется на двух основных положениях: создание поля технических решений (ТР) и проведение анализа полученного поля ТР.

Сформулируем требования предъявляемые к САПР ИТР [1]:

- 1.Наличие диалогового режима.
- 2.Коллективный доступ пользователей.
- 3.Работа программ с базами данных различной логической структуры и сложности, путем обеспечения независимости программ от способа организации данных.
- 4.Возможность автономной отладки ПО САПР.
- 5.Возможность дальнейшего развития системы путем развития программного, информационного и технического обеспечения.

Первой задачей при реализации САПР ИТР для проектирования конструкции БА является задача создания поля ТР. Для этих целей будем применять программную реализацию метода Морфологического анализа, разработанного швейцарским профессором Ф.Цвикки.

Морфологический метод основан на комбинаторике. Суть его состоит в том, что в интересующем объекте выделяется группа независимых конструктивных признаков, определяющих решение задачи. Для каждого признака выбираются альтернативные варианты, т.е. возможные варианты его исполнения или реализации. Комбинируя их между собой, можно получить множество различных решений, в том числе представляющих практический интерес [2].

В первом приближении можно принять, что конструкция корпуса БА остается неизменной (стандартной). В дальнейшем можно составить матрицу, учитывающую варианты конструкций корпуса.

При проектировании конструкции БА необходимо выделить следующие конструктивные признаки:

- форма верхнего диаметра УЭ;
- форма нижнего диаметра УЭ;
- вид образующей наружной поверхности УЭ;
- вид образующей внутренней поверхности УЭ
- материал УЭ;
- конструктивное исполнение УЭ;
- пространственная структура УЭ.

Далее необходимо выделить варианты исполнения приведенных конструктивных признаков. Конструктивные признаки в совокупности со своими вариантами исполнения формируют банк данных САПР ИТР для конструкции БА.

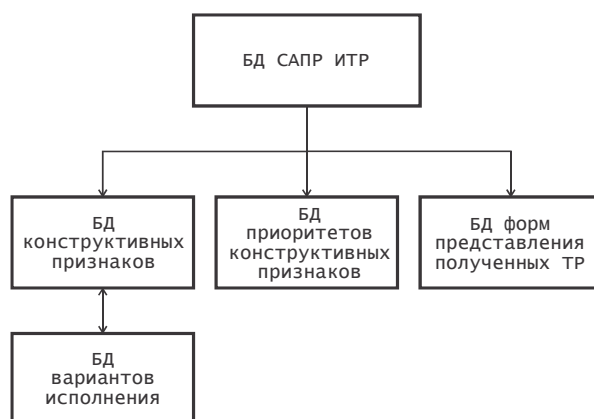


Рис.1. Банк данных САПР ИТР для конструкции БА

С помощью банка данных САПР ИТР производится построение морфологической матрицы конструкций БА. После построения морфологической матрицы производится ее развертка в поле ТР. САПР ИТР позволяет как создавать новые матрицы, так и редактировать уже существующую для получения наиболее полного или усеченного поля ТР. Механизм работы САПР ИТР по построению поля ТР приведен на рис.2.

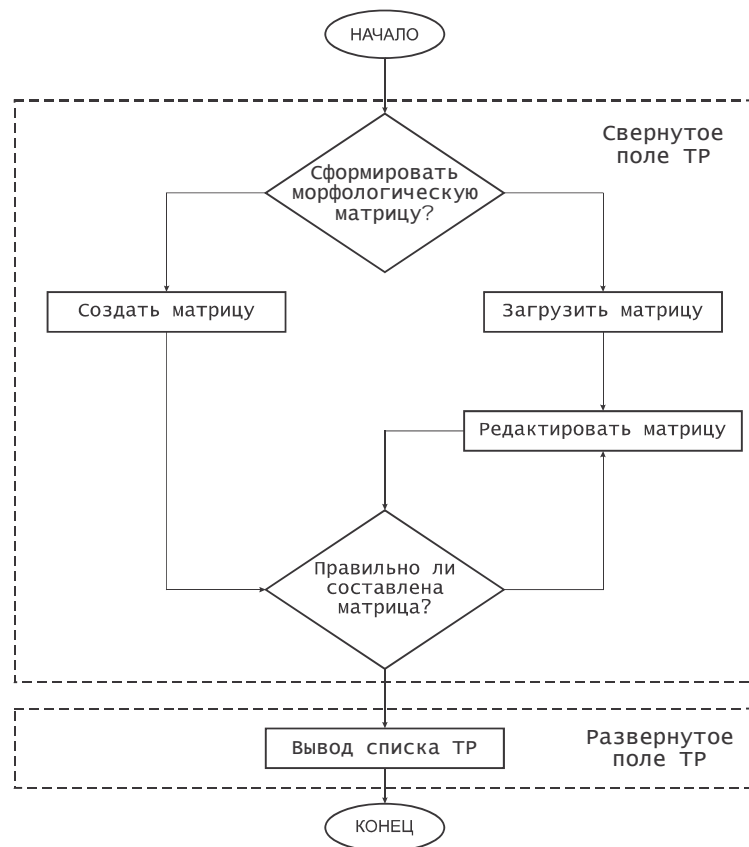


Рис.2. Построение поля ТР с помощью САПР ИТР

Сведения хранящиеся в банке данных САПР ИТР приведены в табл.1.

Таблица 1.

Конструктивный признак		Альтернативные значения	
№		№	
1	Форма верхнего диаметра УЭ	01	Прямая
		02	Ступенька
		03	Выемка
		04	Выступ
		05	Наклонная
		06	Пила
		07	Выпуклая
		08	Вогнутая
2	Форма нижнего диаметра УЭ	01	Прямая

		02	Ступенька
		03	Выемка
		04	Выступ
		05	Наклонная
		06	Пила
		07	Выпуклая
		08	Вогнутая
3	Вид образующей наружной поверхности УЭ	01	Прямая
		02	Ступенька
		03	Впадины
		04	Выступы
		05	Наклонная
		06	Вогнутая
		07	Выпуклая
		08	Выборка фигурная
		09	Пила
		10	Клиновидная
4	Вид образующей внутренней поверхности УЭ	01	Прямая
		02	Ступенька
		03	Впадины
		04	Выступы
		05	Наклонная
		06	Вогнутая
		07	Выпуклая
		08	Пила
		09	Клиновидная
5	Материал УЭ	01	Силиконовая резина
		02	Металлическая резина
		03	Синтетический каучук
6	Конструктивное исполнение УЭ	01	Составленный из нескольких элементов
		02	Переменная жесткость по высоте
		03	Переменная жесткость по диаметру
		04	имеющий внутренние полости
7	Пространственная структура УЭ	01	Внешняя тонкая оболочка
		02	Армированный упругими прокладками
		03	Армированный жесткими прокладками
		04	Жесткие обкладки на верхнем и

			нижнем диаметрах
--	--	--	------------------

Следующим этапом, является этап анализа поля ТР и нахождение оптимальных комбинаций исполнения УЭ. В САПР ИТР процедура анализа и оценки полученных ТР производится по методу ранжирования приоритетов.

Механизм оценки полученных ТР заключается в сравнении влияния конструктивных признаков на конструкцию БА и сравнении влияния альтернативных вариантов исполнения на соответствующий конструктивный признак. В целом процесс оценки выглядит следующим образом:

1. Составляется матрица сравнений конструктивных признаков в соответствии со шкалой табл.2 [3].

Таблица 2.

1	Одинаковая значимость
3	Некоторое преобладание значимости
5	Существенное преобладание значимости
7	Очевидная значимость
9	Абсолютная значимость
2, 4, 6, 8	Промежуточные значения между соседними значениями шкалы

2. Рассчитывается собственный вектор полученной матрицы.

$$\begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1N} \\ A_{21} & A_{22} & \dots & A_{2N} \\ & & \dots & \\ A_{M1} & A_{M2} & \dots & A_{MN} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sqrt[N]{A_{11} \cdot A_{12} \cdot \dots \cdot A_{1N}} \\ \sqrt[N]{A_{21} \cdot A_{22} \cdot \dots \cdot A_{2N}} \\ \dots \\ \sqrt[N]{A_{M1} \cdot A_{M2} \cdot \dots \cdot A_{MN}} \end{bmatrix}$$

3. Полученный вектор нормируется.

4. Составляются матрицы сравнений альтернативных вариантов исполнения.

5. Рассчитываются и нормируются собственные вектора полученных матриц.

6. Проводится расчет вектора приоритетов.

$$\begin{bmatrix} B1_1 \\ B1_2 \\ \dots \\ B1_N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} B2_1 \\ B2_2 \\ \dots \\ B2_M \end{bmatrix} \dots \begin{bmatrix} Bk_1 \\ Bk_2 \\ \dots \\ Bk_L \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_K \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B1_1 \cdot A_1 + B2_1 \cdot A_2 + \dots + Bk_1 \cdot A_K \\ B1_1 \cdot A_1 + B2_1 \cdot A_2 + \dots + Bk_2 \cdot A_K \\ \dots \\ B1_l \cdot A_1 + B2_j \cdot A_2 + \dots + Bk_L \cdot A_K \\ \dots \\ B1_N \cdot A_1 + B2_M \cdot A_2 + \dots + Bk_L \cdot A_K \end{bmatrix}$$

7.Полученный вектор нормируется.

Механизм оценки ТР в САПР ИТР приведен на рис.3.

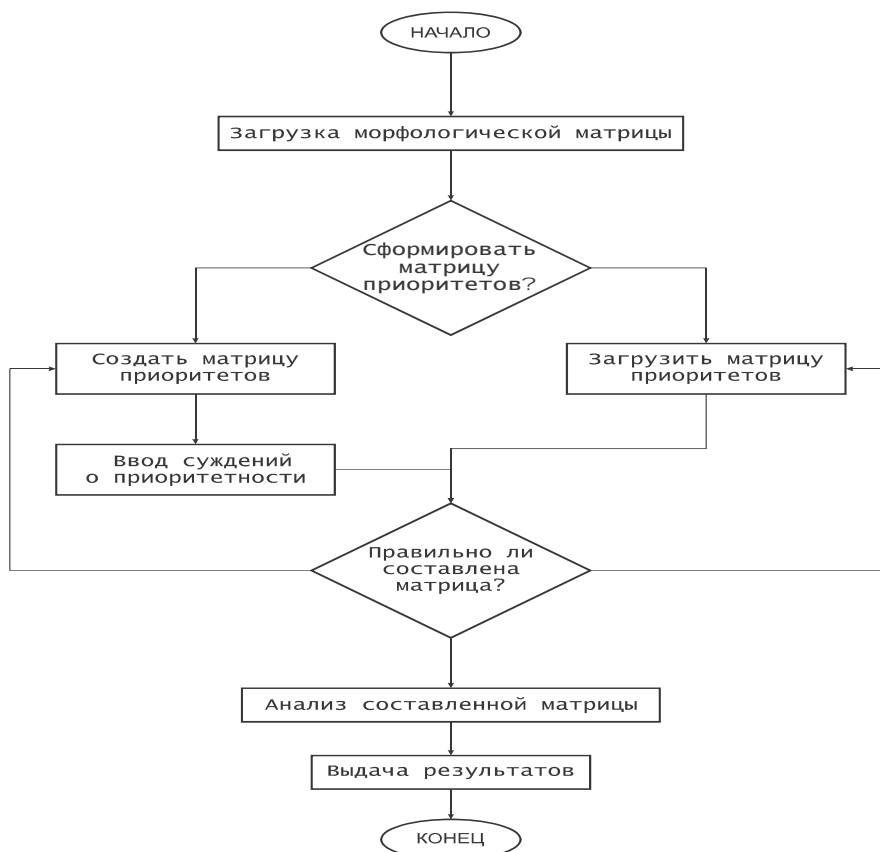


Рис.3. Анализ полученных ТР в САПР ИТР

Таким образом, предлагаемая САПР ИТР позволяет автоматизировать процесс конструирования БА. В САПР ИТР реализованы элементы интеллекта:

- 1.Наличие умственных операций (комбинирование).
- 2.Адаптация к требуемым условиям (экспертная оценка).

В подсистеме построения поля ТР предусмотрена возможность добавления новых конструктивных признаков либо удаление малозначительных, что делает систему наиболее открытой и обеспечивает дальнейшее совершенствование в случае появления новых

альтернативных вариантов или конструктивных признаков. Таким образом, САПР ИТР позволяет получать изобретательские технические решения высокого уровня. Подсистема оценки также предусматривает возможности сохранения и редактирования матриц приоритетов. Вывод результатов оценки производится в текстуальной форме с простановкой полученных оценочных приоритетов для каждого индивидуального ТР.

Литература

1. Норенков И.П., Курейчик В.М., Корячко В.П. Теоретические основы САПР. — М.: Энергоатомиздат, 1987.
2. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. — М.: Машиностроение, 1988. — 368с.: ил.
3. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. — М.: Радио и связь, 1993. — 320с.: ил.

РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОГО ОБУЧАЮЩЕГО ФИЛЬМА

Володина М. А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Резчикова Е. В.

МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия

«DESIGNING OF INTERACTIVE EDUCATIONAL MOVIE»

Volodina M. A.

Ph.D., assistant-professor Rezchikova E. V.

BMSTU, Moscow, Russia

E-mail: sirriniti@mail.ru

Аннотация

В данной работе рассматривается подход к разработке интерактивного обучающего фильма по конструкторско-технологической тематике. Основная отличительная особенность разрабатываемого фильма – возможность его размещения в глобальной сети Интернет и просмотра с помощью веб-браузера. Выделены основные этапы разработки.

Abstract

This paper is related to the approach of designing interactive educational movie in design and technological branch of science. The main differentia of this movie is possibility of publishing it in Internet and viewing by browser. Basic stages of developing are marked.

Введение

Для обучения студентов давно применяются учебные фильмы. Методика, основанная на применении фильмов в процессе обучения, имеет множество несомненных достоинств по сравнению с классическими методами обучения (лекции, семинары и т.д.). В первую очередь это возможность показа процессов в динамике, реалистичность, точность изображения, а также психологическая легкость восприятия видеоматериала. В свою очередь методика обучения с помощью видеофильмов имеет и ряд недостатков, таких как пассивность обучаемого, линейная последовательность получения информации. Наиболее перспективным направлением в сфере современного образования следует считать применение в учебном процессе интерактивных обучающих фильмов. Следующим шагом в развитии образовательных технологий следует считать дистанционное обучение с помощью интерактивных фильмов. В настоящее время доступной средой передачи такой образовательной информации является глобальная компьютерная сеть Интернет.

Интерактивный видеофильм – это фильм, в котором зритель на определенных этапах просмотра может выбрать продолжение сюжета.

Такие фильмы дают возможность обучаемому в процессе просмотра фильма управлять демонстрацией отдельных информационных фрагментов. Как правило, обучаемый сам определяет наиболее сложные, с его точки зрения, фрагменты изучаемого материала и, либо повторно возвращается к их просмотру, либо приступает к более углубленному их изучению. Таким образом, обеспечивается индивидуальный подход к обучению. Опыт применения интерактивных обучающих фильмов свидетельствует о том, что данное направление является весьма перспективным как при обучении в учебных центрах, так и при самостоятельной подготовке. Обучаемыми отмечается высокий уровень преподнесения учебного материала, простота процесса обучения, повышение уровня запоминания.

В процессе обучения таким способом учебный материал должен рассматриваться с точки зрения возникновения у «зрителя» «проблемных ситуаций», которые являются главным средством активизации познавательной деятельности обучаемых и управления процессом усвоения новых знаний.

Проблемная ситуация – начальный момент мышления, вызывающий познавательную потребность у обучаемого и создающий внутренние условия для активного усвоения новых знаний.

Основным средством активизации внимания обучаемых является динамичное ведение занятий. Но при этом очень влияет на характер внимания темп учебной работы.

Замедленный темп рассеивает внимание, снижает активность обучаемых. Ускоренный темп также неблагоприятен: большинство не успевает воспринимать учебный материал, утомляется, отстает, и реакцией на это также является ослабление и рассеивание внимания. Использование интерактивного видео позволяет обучаемому самому выбирать наиболее приемлемый темп обучения.

Посредством интерактивного видеofilьма может быть смоделирована реальная жизненная ситуация. Такой подход позволяет обучаемому видеть ситуацию в виде, максимально приближенном к реальному. Обучаемый принимает решения и может наблюдать за результатами своих действий. Однако существуют некоторые ограничения, поскольку реальные жизненные ситуации не могут быть воссозданы абсолютно точно.

Цель создания интерактивного фильма

Целью создания интерактивного фильма является демонстрация возможностей полиимидной технологии непосредственно во время занятий или размещение фильма в Интернете для студентов, обучающихся дистанционно.

Этапы разработки фильма

1. Анализ предметной области.

Были собраны и проанализированы текстовые и графические материалы по полиимидной технологии, проведена их классификация.

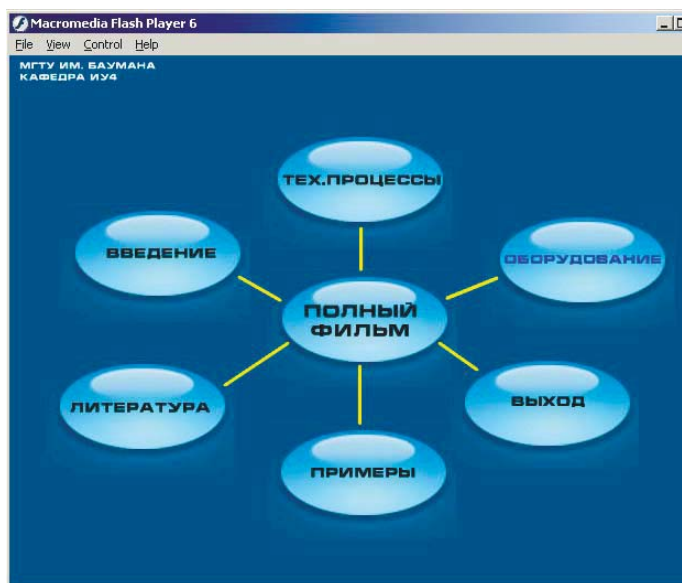


Рис.1. Меню флеш-фильма.

2. Выбор формата фильма.

Во-первых, учебный фильм должен быть интерактивным, во-вторых, должен содержать самые разнообразные виды учебного материала (тексты, изображения, звуковое сопровождение, графики и т.д.) и, в-третьих, фильм должен предусматривать возможность его размещения в сети. В качестве формата фильма был выбран формат Shockwave Flash, удовлетворяющий всем выше перечисленным требованиям.

3. Выбор инструментальной среды для разработки фильма.

В качестве среды для разработки Flash-фильмов был выбран программный продукт компании Macromedia «Macromedia Flash MX».

4. Создание фильма.

Литература

1. Использование интерактивных видеofilьмов в процессе обучения. Востриков Д.А. <http://onutc.ru/help/articles/video.htm>.
2. Информационные и коммуникационные технологии и развитие человеческих ресурсов. Триндаде А.Р. <http://www.mesi.ru/joe/st215.html>.
3. Macromedia Flash. <http://www.macromedia.com/software/flash/>.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ БИБЛИОТЕКА CD/DVD ДИСКОВ

Волков А.Б. (студент 3-го курса)

научный руководитель: к.т.н., доцент Власов А.И.

Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана,
кафедра “Проектирование и технология производства ЭА” (Иу4).

THE AUTOMATED LIBRARY OF CD / DVD OF DISKS

Volkov A.B. (student of 3-th year)

the scientific chief: Ph.D. Vlasov A.I.

Bauman Moscow State Technical University,
Department IU4.

Аннотация.

В работе рассматриваются вопросы разработки автоматизированной библиотеки CD/DVD дисков.

Abstract.

In work questions of development of the automated library of CD / DVD of disks are considered

1. Введение

В связи с ростом объемов обрабатываемой информации информационные системы начали сталкиваться с проблемами, связанными с восстановлением данных. Для предотвращения потерь данных, стало применяться “зеркалирование”, как непосредственно рабочих данных, так и “зеркалирование” всего жесткого диска серверных узлов.

При увеличении числа рабочих мест, требовавших подобных мер защиты, возникла проблема нехватки доступного пространства, для хранения данных. Для решения которой в начале использовались ленточные накопители, но несовершенство технологии сильно уменьшало производительность подобных комплексов, что стало причиной появления комплексов *нового поколения*. Появившиеся автоматизированные библиотеки в основном используют ленточные носители (типа JAZ и им подобные). Они обеспечивают как надёжность хранения, так и скорость работы с носителями.

Однако с возрастанием потоков данных, необходимых обработки, требуется увеличение скорости доступа к информации. В наши дни автоматизированные ленточные библиотеки обеспечивают простой доступ к хранимой информации и имеют возможность хранить большие объёмы. Но так же обладают и рядом недостатков, что делает ограниченным их применение: низкая скорость доступа к данным, большие задержки при операциях замены носителя, невысокий срок службы носителя, высокая цена и дорогое обслуживание.

В последнее время появились автоматизированные библиотеки на DVD дисках, в специальных контейнерах (“slide”) и использующие в качестве устройства чтения/записи DVD-RAM. В качестве носителя используются двусторонние DVD диски (9.7Гб) помещённые в специальную кассету (“slide”) для хранения в стойке.

Основными достоинствами являются: высокая скорость доставки носителя, высокая скорость доступа к информации. Недостатки: маленький

объем хранимой информации, привязанность к определенному типу носителя, высокая цена и дорогое обслуживание.

В разрабатываемом комплексе учтены все недостатки и достоинства выше перечисленных автоматизированных библиотек.

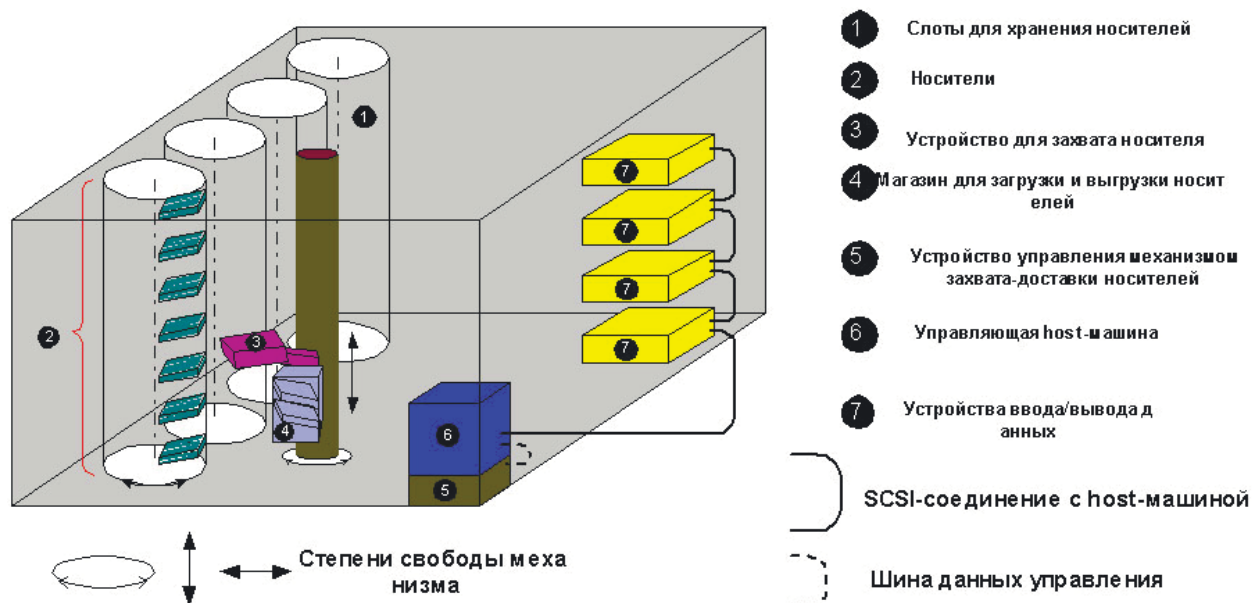
А именно:

- Увеличен объем хранимой информации, при неизменных габаритах (по сравнению с ленточными библиотеками при одинаковых объемах хранимой информации)
- Специализированное хранилище, встроенное в стандартную 19” стойку конструктива Евромеханика (для повышения плотности хранимых носителей)
- Использование универсального захвата, для варьирования типа используемых носителей. Стандартно DVD диск, так же стандартный CD (в дальнейшем возможен переход на LLCD и FMD при установке соответствующих устройств чтения)
- Улучшенная механика робота и наличие “корзины”, для реализации очереди доставки и “буферизации”
- Установка различных типов считывающих устройств, что позволяет использовать различные типы носителей
- Использование модульной архитектуры конструкции, что позволяет менять комплектацию стоек без разбора основной конструкции.

2. Описание комплекса

Функционально комплекс можно разделить на 2 составляющие:

- Программное обеспечение: серверная и клиентская части
- Аппаратная часть: стойки, робот.



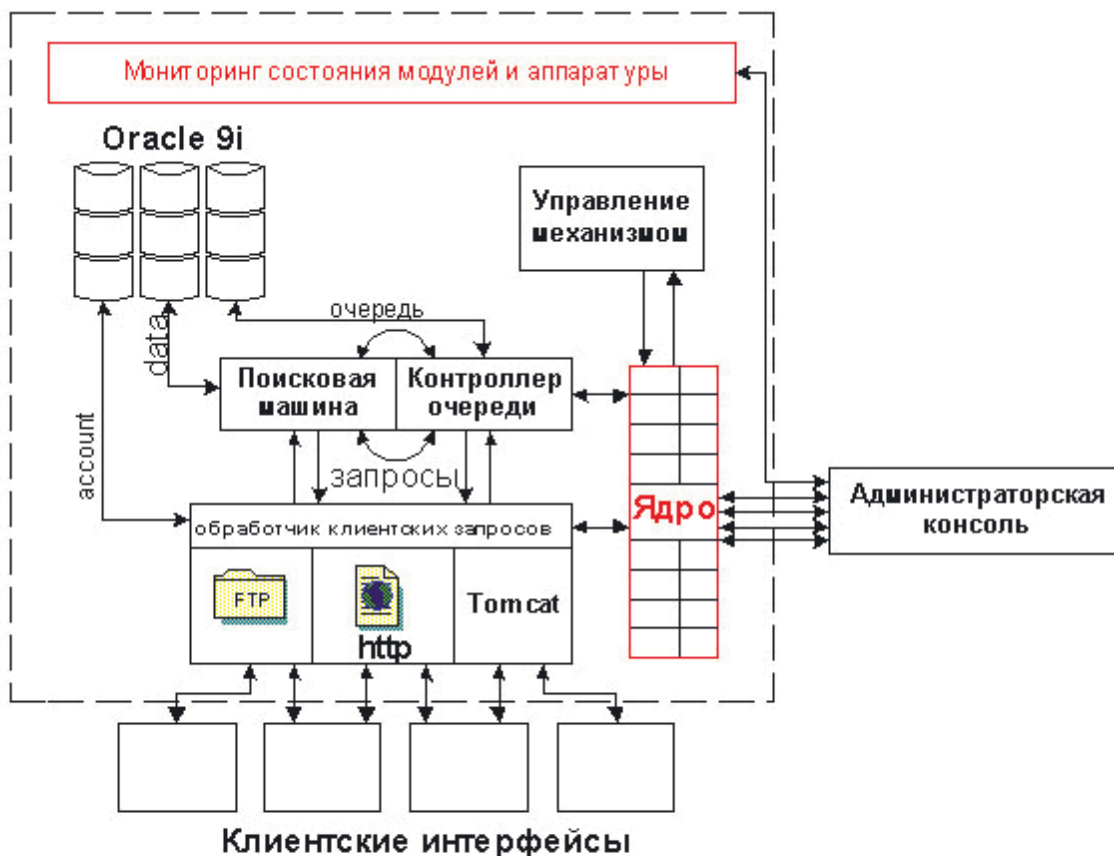
Структурная схема комплекса.

Программная часть

Программная часть включает в себя клиентскую и серверную части.

Серверная часть представляет собой сложную модульную систему, позволяющую обеспечивать работоспособность всего комплекса. Разделение на модули позволяет увеличить производительность комплекса, улучшить его администрирование, позволяя точно определять, на каком этапе произошёл сбой. Это так же позволяет наращивать количество модулей, что позволяет увеличить количество поддерживаемых пользователей, скорость обработки запросов пользователей, увеличить количество подсерверов. Результаты оценки частот использования носителей позволяет составлять таблицу весовых коэффициентов, используя которые происходит сортировка носителей в хранилище.

Клиентская часть представляет собой разнородные интерфейсы, как, например, обычный html-клиент, так и приложения Java WebStart и приложения на основе RMI. Клиент позволяет просмотреть как всю базу данных хранилища, так и выбрать определённые данные, применив функции поиска, заказать данные, поставив запрос в “очередь” на доставку носителя с запрашиваемыми данными. И скопировать доставленную информацию при помощи разнородных протоколов, как стандартных http или ftp, так и специализированных, обеспечивающих криптозащиту и архивацию данных.



Структурная схема программного обеспечения

Благодаря использованию при разработке языка Java, всё программное обеспечение платформенно не зависимо.

Аппаратная часть

Аппаратную часть можно разделить на следующие функциональные узлы: робот – устройство доставки носителя информации из/в устройство чтения, хранилище – специализированные стойки, монтируемые в стандартные шкафы ЕВРОМЕХАНИКА, модуль управления позиционером хранилища и роботом.

Хранилище – шкаф стандарта ЕВРОМЕХАНИКА с установленной в него специализированной стойки и позиционера. Специфическое устройство стойки позволяет увеличить плотность хранящихся носителей. Высокоточный позиционер позволяет устанавливать стойки в заданное положение.

Робот – устройство позволяющее доставлять носители из/в хранилища в/из устройства чтения/записи. Использование оригинальной конструкции захвата и установка корзины на захват, позволяет уменьшить время ожидания диска и организовывать “очереди”. Универсальный захват позволяет менять носители без внесения модификации в захват, требуется только выбрать тип используемого устройства чтения, для установки габаритов устройства.

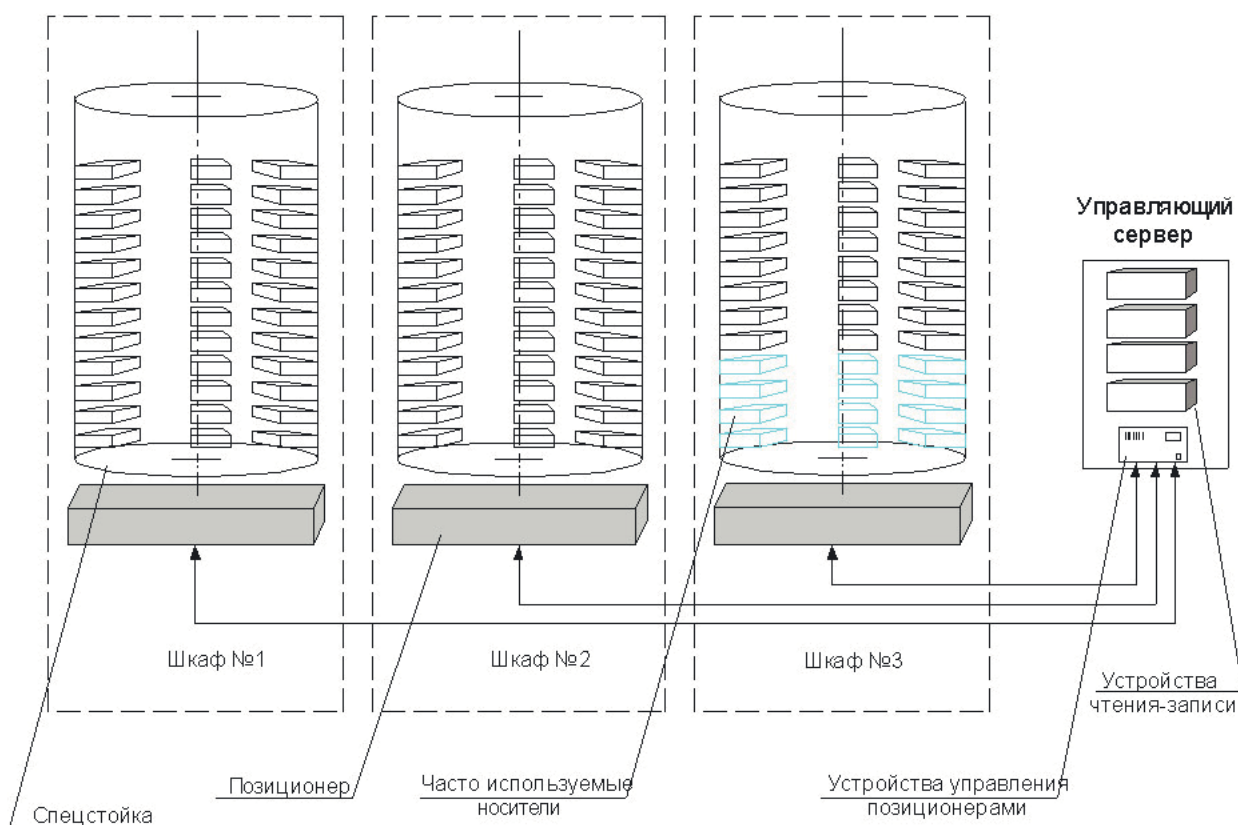


Рис.2. Структурная схема хранилища носителей.

Модуль управления – внешнее или внутренне устройство, обеспечивающее установку стойки в нужное положение и управление роботом. При исполнении модуля в качестве внешнего устройства подключение к серверу осуществляется посредством USB или USB2.0 интерфейса. При внутреннем исполнении модуль выполняется в виде платы в стандарте CompactPCI (конструктива 6U). В обоих случаях подключение позиционеров и робота осуществляется с помощью специальных разъёмов.

3. Дополнительные возможности

При детальном рассмотрении захвата робота, видно, что переход под работу с носителями другого типа потребует лишь замену захвата, но ни как не затронет конструктив робота в целом. А так же потребуются замена спец. стоек, что будет стоить намного меньше, нежели покупка нового комплекса.

4. Применение комплекса в системах открытого инженерного образования.

Реализация проекта позволит создать универсальные технические средства для организации распределенных образовательных информационно-справочных, библиотечных и музейных систем.

Актуальность создания такой системы обусловлена все большим распространением и востребованностью мультимедийной информации различного назначения, начиная от

специализированных информационных систем на базе Java-, Flash-технологий, так и специализированных архивов видео- и аудиоматериалов. При создании медиатеки заинтересованные организации (школы, библиотеки, музеи, вузы) получают возможность универсального использования информации и, что принципиально важно, возможность ее контроля со стороны исполнительной власти и руководства через координационные, попечительские советы и другие органы.

В общем случае медиатека может функционировать по следующим направлениям:

- работа в качестве информационной службы;
- анализ материалов, точность подачи информации по всем сторонам жизнедеятельности (“взгляд изнутри”);
- всестороннее освещение достижений науки и техники, образования;
- систематизация и архивирование информации на различных носителях с возможностью быстрого доступа (аналитические обзоры, летопись регионов и т.п.);
- возможность использования видео- и аудиоматериалов для обменов по компьютерным сетям с партнерами, как в России, так и за рубежом;
- использование элементов телевизионных технологий в информационном процессе;
- пропаганда посредством комплексного использования СМИ здорового образа жизни и активной жизненной позиции;
- использование медиатеки как “полигона” для оттачивания практических навыков работы молодежи в современном творческо-технологическом коллективе (элемент воспитания будущего специалиста, как гармонично развитой личности) с возможностью получения дополнительного образования.

Создаваемый комплекс может быть интегрирован как в систему открытого инженерного образования, так и в проекты, связанные с информатизацией школьного образования. Система открытого инженерного образования современного университета (сообщества университетов, школ, музеев, библиотек) - это распределенная инфраструктура, когда каждый из узлов сам определяет методiku применения данных технологий. Девиз дальнейшей информатизации: каждой кафедре университета (школе, библиотеки, музею) - свой интернет-сервер, каждому кафедральному интернет-серверу - свою подсистему дистанционного обучения (информационного управления). Как показала практика, такой подход обладает максимальной надежностью, гибкостью и масштабируемостью. При этом на центральном сервере (навигационном портале) достаточно разместить лишь ссылки на соответствующие серверы, а также ряд вспомогательных служб (в основном поисковых).

Литература

1. V. Shakhnov, A. Vlasov Virtualesche universitaet: Die wege zur verwirklichung // International Congress of Education, Turkey, 1999, PP.194-197.
2. Власов А.И., Колосков С.В. Профильные школы МГТУ им.Н.Э.Баумана и интернет технологии// Компьютер в школе, №8(№12) октябрь 1999 г. "Открытые системы".
3. Власов А.И., Мигунов В.О., Тимонин С.Г. Применение Java технологий при построении дистанционных обучающих систем в области наукоемких микроэлектронных технологий и микропроцессорных систем // Межд. Конф. СНГ "Молодые ученые - науке, технологиям и профобразованию для устойчивого развития: проблемы и новые решения". - Москва, 29 ноября - 3 декабря, 1999.

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ МЕТОДОМ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ.

Гуревский А. В. (аспирант)

МГТУ имени Н. Э. Баумана, каф. СМ12.

INFORMATION TECHNOLOGICAL MAINTENANCE OF ULTRASONIC PROCESSING WITH THE METHOD OF ACOUSTIC ISSUE

Gurevskii A.V.

BMSTU, Moscow, Russia

E-mail: sirriniti@mail.ru

Ультразвуковая обработка (УЗО) наряду с алмазно-абразивной обработкой изделий из сверхтвердых конструкционных материалов является заключительной технологической операцией, обеспечивающей заданные точность и качество поверхности изделий. Поэтому проблема определения оптимальных режимов ультразвуковой обработки изделий из сверхтвердых дорогостоящих материалов на этапе технологической подготовки производства является актуальной и практически значимой.

Прямые эксперименты по определению оптимальных режимов УЗО, для которых в качестве критерия используется максимальная производительность процесса, экономически нецелесообразны из-за дороговизны абразивных и обрабатываемых материалов, например, моно- и поликристаллов алмаза, используемых в кабельной промышленности для производства фильер. Поэтому перспективным решением поставленной задачи является разработка ускоренных методов технологической диагностики процесса ультразвуковой обработки.

Традиционные методы диагностики механической и физико-технической обработки, основанные на измерении температурных и силовых характеристик процесса формообразования, в данном случае не эффективны, поскольку эти параметры применительно к ультразвуковой обработке малоинформативны, а сила прижима инструмента к обрабатываемой поверхности является основным технологическим параметром обработки.

Среди перспективных методов определения оптимальных режимов можно выделить метод акустико-эмиссионной (АЭ) диагностики. Метод основан на регистрации параметров волн упругой деформации (ВУД) на свободной поверхности заготовки, возникающих в зоне обработки за счет ударов частиц абразива по обрабатываемой поверхности и поверхности инструмента, кавитации абразивной суспензии и ряда других причин.

Регистрация параметров ВУД на свободной поверхности заготовки может быть произведена следующим образом: пьезопреобразователь укрепляется на свободной поверхности заготовки и осуществляет непосредственный прием сигналов ВУД, таких как амплитуда и интенсивность сигнала. Зарегистрированный таким образом сигнал поступает в блок предварительного усиления, и затем на вход анализатора ВУД. Далее усиленный сигнал поступает в блок полосовых фильтров, обеспечивающих выбор наиболее информативного частотного диапазона. После выявления наиболее информативного параметра сигнал через второй каскад усиления подается на вход аналого-цифрового преобразователя, с выхода которого характер зарегистрированного сигнала может быть выведен непосредственно на экран монитора персонального компьютера. Опытным оператором или с помощью специально разработанного программного обеспечения может быть выполнена оценка зарегистрированных параметров ВУД, и принято решение о соответствии выбранных режимов УЗО оптимальным значениям. Так, например, рядом авторов показано, что интенсивность износа режущего инструмента при механической обработке определяется акустико-технологическим критерием и пропорциональна интенсивности ВУД, умноженной на амплитуду, причем эта зависимость носит экстремальный характер.

Рассмотрим процесс возникновения сигналов АЭ в зоне УЗО поэтапно, считая мощность колебаний, подводимых к торцу инструмента заданной величиной.

Пусть на первом этапе сила прижима инструмента к обрабатываемой поверхности равна нулю, а расстояние от торца инструмента до обрабатываемой поверхности настолько велико, что запас энергии частиц абразива, полученный от удара частиц о торец инструмента, недостаточен для преодоления зернами абразива расстояния от торца инструмента до обрабатываемой поверхности. В этом случае, будут фиксироваться сигналы АЭ, вызванные лишь колебаниями торца инструмента в абразивной суспензии, трением абразива об инструмент и заготовку, кавитацией абразивной суспензии, ударами частиц абразива об инструмент и обрабатываемую поверхность без разрушения последней, поскольку зерна абразива еще не обладают достаточным запасом энергии. Производительность обработки на этом этапе весьма низка.

При дальнейшем уменьшении расстояния от торца инструмента до обрабатываемой поверхности (сила прижима по-прежнему остается равной нулю) отдельные зерна абразива уже будут обладать достаточным запасом энергии для съема материала с обрабатываемой поверхности. Очевидно, что интенсивность и амплитуда сигналов АЭ, а также производительность обработки на этом этапе будут выше, чем в предыдущем случае, хотя производительность обработки все еще далека от своего максимума. Среди регистрируемых сигналов АЭ будут уже и сигналы, вызванные выкалыванием микрочастиц материала заготовки.

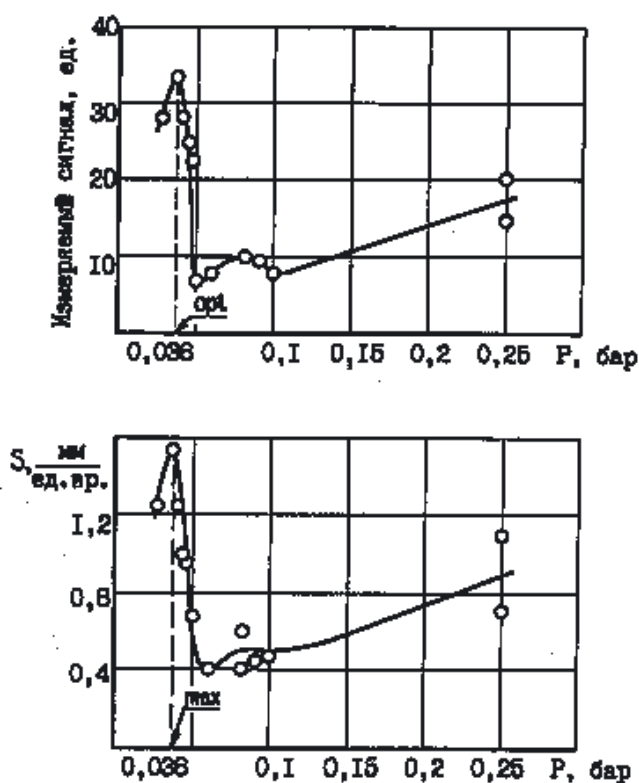


Рисунок 1

Предположим теперь, что расстояние от торца инструмента до обрабатываемой поверхности снизилось до нуля, а сила прижима инструмента к заготовке достигла некоторого значения. Очевидно, что интенсивность и амплитуда сигналов АЭ, а также производительность обработки достигнут на этом этапе максимальных значений. Съем материала будет происходить не за один удар зерен абразива об обрабатываемую поверхность, а разрушение материала заготовки будет происходить за счет малоциклового усталости последнего.

При дальнейшем увеличении силы прижима инструмента к обрабатываемой поверхности отрыва инструмента от поверхности заготовки уже не будет, поэтому поступление новых частиц абразива в зону обработки будет затруднено. Вследствие чего интенсивность и амплитуда сигналов АЭ, а также и производительность процесса ультразвуковой обработки, будут снижаться.

Учитывая вышеизложенное, можно получить критерий для ускоренного определения оптимальной силы прижима инструмента к обрабатываемой поверхности без проведения прямых дорогостоящих испытаний. Предположим, что за время Δt частица абразива, колеблющаяся с амплитудой A , выкалывает с обрабатываемой поверхности микрочастицу размером Δh , причем съем материала происходит за ΔN ударов частицы абразива по обрабатываемой поверхности. Тогда можно предположить, что $A\Delta N$ пропорционально Δh .

Продифференцировав по времени, получим, что $A\dot{N}$ пропорционально \dot{h} , то есть импульс ВУД пропорционален производительности обработки, что хорошо согласуется с предложенной картиной возникновения сигналов АЭ в зоне обработки. Однако, предложенные картина возникновения сигналов акустического излучения и эмиссионно-

технологический критерий $W = A\dot{N}$ для определения оптимальной силы прижима инструмента к обрабатываемой поверхности нуждаются в более подробном теоретическом обосновании и экспериментальной проверке.

Предварительные эксперименты по определению оптимальной силы прижима инструмента показывают, что измеряемый параметр ВУД и производительность обработки имеют максимум в одной области значений силы прижима инструмента к заготовке при прочих одинаковых технологических параметрах обработки (рис. 1).

Выше сказанное открывает перспективу не только контроля и диагностики процесса ультразвуковой обработки на основе анализа параметров ВУД, но и предопределяет возможность разработки ускоренных методов оптимизации режимов формообразования деталей из сверхтвердых материалов. Это, в свою очередь, создает предпосылки для обеспечения качества изготовления не только существующей номенклатуры изделий и повышения технического уровня действующего производства, но и открывает возможность к ускоренной технологической подготовке производства изделий из сверхтвердых материалов в целом.

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ТРЕХМЕРНЫХ ПРОВОДЯЩИХ СТРУКТУР

Князев В.С.

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Шахнов В.А.

Кафедра ИУ4, МГТУ им. Н.Э.Баумана

HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX OF NOT DESTROYING CONTROL OF THREE-DIMENSIONAL CONDUCTING STRUCTURES

Knjazev V.S.

The supervisor: the professor, d.t.n. Shahnov V.A.

Dep. IU4, BMSTU

Аннотация

В работе рассматриваются вопросы необходимости создания средств неразрушающего контроля стержневых статорных обмоток турбогенераторов. Проведен анализ существующих решений и предложен вариант структурного построения аппаратно-программного комплекса (АПК) неразрушающего контроля таких стержней. Также приводятся реализация программных модулей и конструкция комплекса. В работе учтены требования по созданию многофункционального, эффективного, экономически оправданного, простого и удобного в использовании инструмента, построенного на базе современной ЭВМ.

Abstract

In work questions of necessity of creation of means of not destroying control rod stator windings of turbogenerators are considered. The analysis of existing decisions is lead and the variant of structural construction of a hardware-software complex of not destroying control of such cores is offered. Also realization of program modules and a design of a complex are resulted. In work requirements on creation of the multipurpose, effective, economically justified, simple and convenient tool in use, constructed are taken into account on the basis of the modern COMPUTER.

Отказы и потери мощности турбогенераторов на электростанциях приносят не только значительные экономические потери, но также могут привести к тяжелым последствиям во всем районе электроснабжения. Поэтому вопросами обеспечения надежной работы турбогенераторов необходимо заниматься на всех этапах: проектирования, производства и эксплуатации. Анализ отказавших электрических машин привел к заключению о значительной потере мощности машины из-за некачественных стержней статорных обмоток. Снижение мощности турбогенераторов происходили по причине перегрева обмоток статора. Такой перегрев связан с короткими замыканиями между перевитыми (транспонированными) элементарными проводниками, из которых состоит стержень обмотки. Результаты испытаний разрезанного на части стержня показали наличие множественных коротких замыканий по всей длине стержня. В свою очередь, исследования технологического процесса производства турбогенераторов показали, что брак закладывается на стадии производства данных стержней. После свивания элементарных проводников из медной проволоки прямоугольного сечения (проволока поставляется в изоляции), стержень проходит механическую обработку. В процессе этой обработки стержню не только придают заданную форму, но также удаляется изоляция и часть меди с внешних граней элементарных проводников. Данная

операция приводит к появлению большого числа мест с замкнутыми проводниками. При работе электрической машины, зоны неоднородного протекания тока растут и приводят к значительным тепловым потерям.

Главная цель данной работы является создания комплекса неразрушающего контроля трехмерных проводящих структур, способного на различных этапах производства и эксплуатации (ремонта и технического обслуживания) проводить диагностику статорных стержневых обмоток турбогенераторов.

Анализ рынка существующих систем для решения подобных задач показал, что каждая из рассматриваемых систем не удовлетворяет необходимым требованиям. Такие системы либо весьма сильно ограничены в применении, либо требуют больших экономических и временных затрат на исследования одного стержня, при этом каждое исследование проводится вручную. Количество же исследуемых стержней доходит до 100 для одного генератора, длина стержня более 10 метров.

Оптимальным решением в данном случае является аппаратно-программный комплекс на базе современного персонального компьютера (в стационарном или мобильном исполнении). Комплекс состоит из аппаратной части, программной части и интерфейса взаимодействия с пользователем. Структурная схема комплекса представлена на рис. 1.

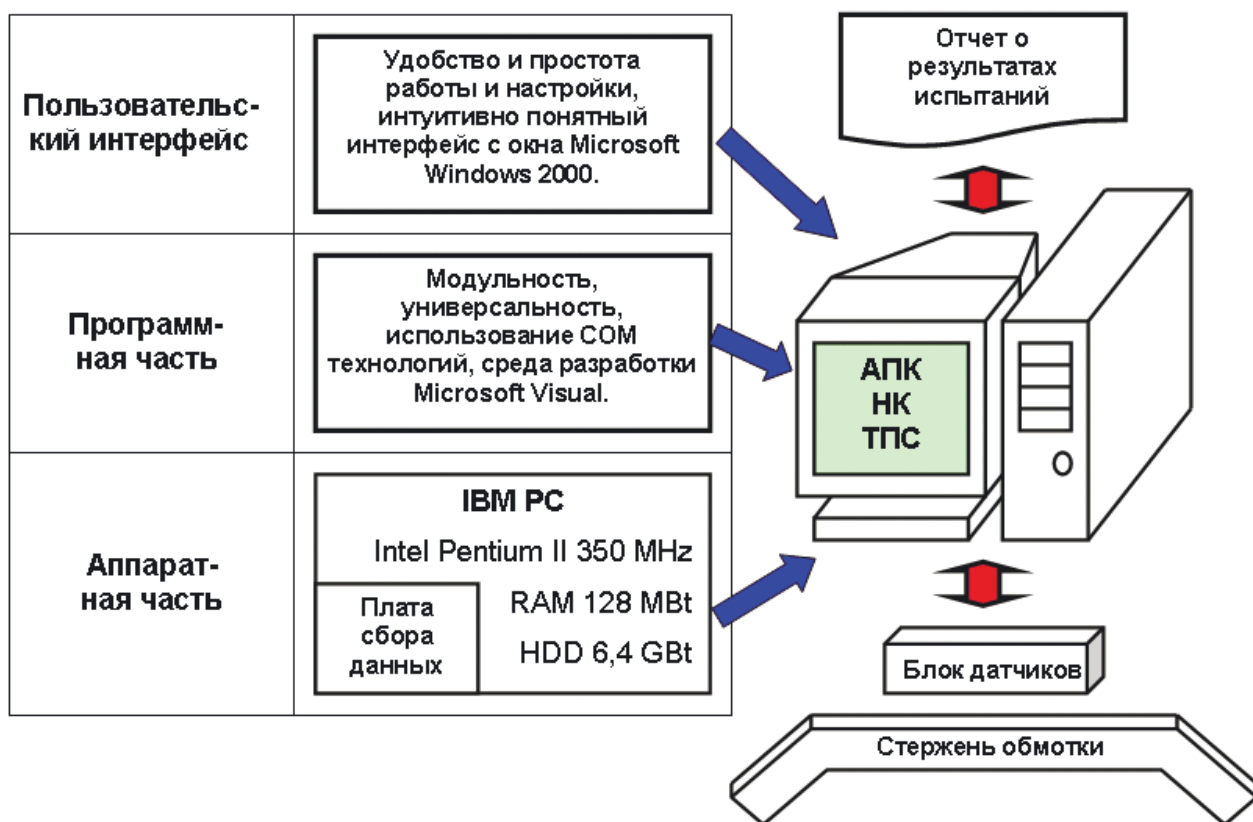


Рис. 1. Структурная схема АПК НК ТПС

В состав аппаратной части входит плата сбора данных и персональный IBM PC совместимый компьютер. Непосредственно к плате сбора данных подключается блок датчиков. Для обеспечения универсальности аппаратной части комплекса, предусмотрена возможность установки различных плат сбора данных. Выбор платы зависит от решаемой задачи, применяемых датчиков, их количества, вида и специфики сигнала. В данном случае целесообразнее всего применить плату "L-761" фирмы L-Card. Она имеет 16 дифференциальных аналоговых входов, и обрабатывает сигнал с уровнем напряжения до 5 В с максимальной частотой преобразования 100 кГц. Разрядность ЦАП равна 12 бит. Плата имеет гальваническую развязку аналоговой части от цифровой на 500 В, что является не маловажным фактором при работе с высокими напряжениями. Также на плате установлен сигнальный процессор ADSP-2184 (или ADSP-2185), это позволит в дальнейшем использовать комплекс для ускоренной обработки данных без привлечения ресурсов центрального процессора. Персональный компьютер должен работать под управлением ЦП Intel Pentium 350 МГц, ОЗУ 128 Мб, жесткий диск объемом 6,4 Гб. Данные требования необходимы для стабильной и корректной работы комплекса под управлением ОС Microsoft Windows 2000 Professional.

Программная часть комплекса построена по модульному принципу с использованием СОМ-технологий. Это современный подход к разработке программных продуктов позволяет перестраивать работу отдельных компонентов (модулей) комплекса без изменения всей программы в целом. Таким образом, для добавления нового модуля для новой задачи или для нового метода обработки информации, необходимо лишь правильным образом подключить этот модуль (используя разработанный интерфейс взаимодействия между модулями). Перекомпиляция и внесения изменений в исходный код программы не требуется. Т.е. использование при разработке программной методы позволили создать многофункциональный комплекс для широкого круга решаемых задач. Структурная схема программной части комплекса представлена на рис. 2.

Каждый из модулей является полноценным, законченным объектом и может быть разработан отдельно от комплекса в любой момент времени. Требования предъявляются лишь к организации взаимодействия между модулями, т.е. регламентирован интерфейс взаимодействия. Любой модуль может в полной мере использовать любой инструмент операционной системы. Фактически это означает, что можно подключить к работе с комплексом любой алгоритм реализованный и зарегистрированный в системе.

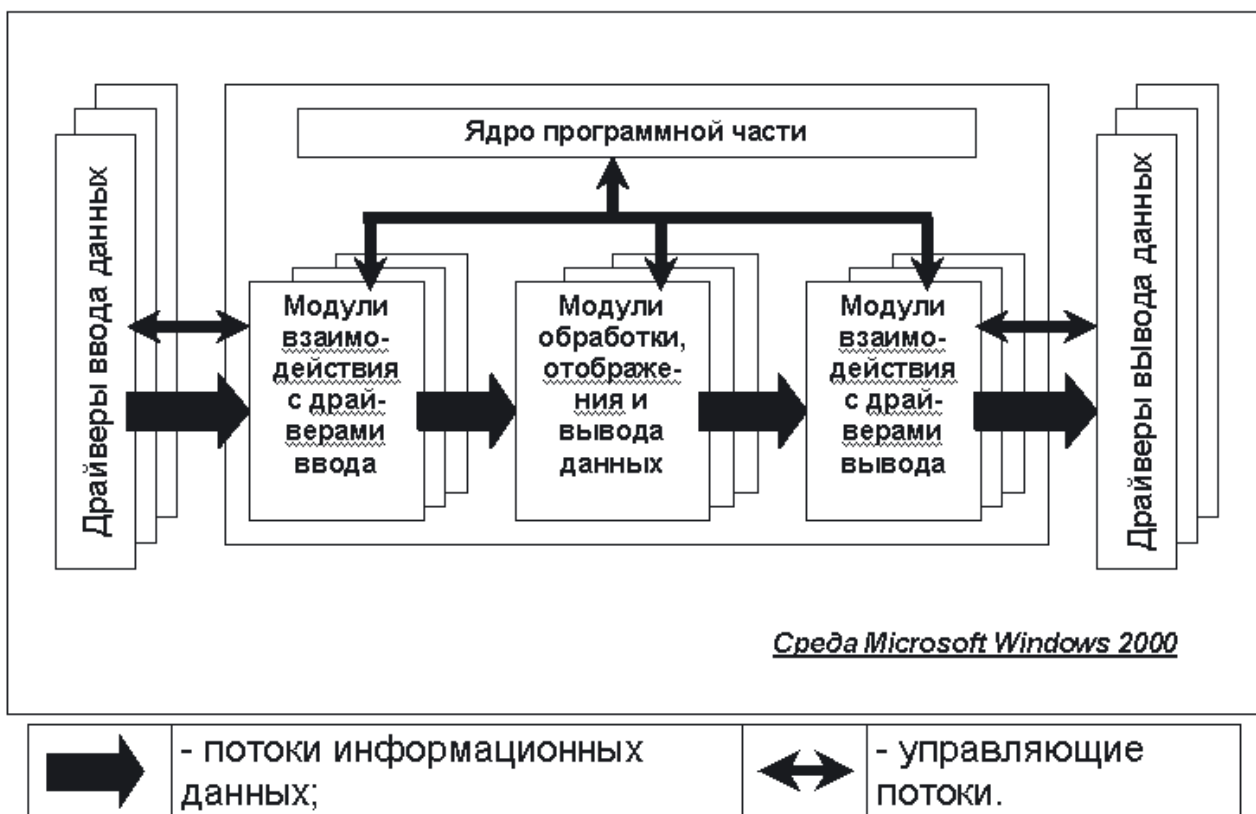


Рис. 2. Структурная схема программной части АПК.

Пользовательский интерфейс не играет значительной роли с точки зрения научного подхода к решению поставленной задачи, однако, является неотъемлемой частью взаимодействия АПК с пользователем. Он должен обеспечивать удобство и простоту настройки программы и работы с ней. Для этого в комплексе реализован интуитивно понятный интерфейс взаимодействия с пользователем, основанный на стандартных графических формах представления данных среды Microsoft Windows. Для упрощения работы с программой и систематизации подключенных модулей, все они объединены и сгруппированы в отдельном окне в виде иерархической древовидной структуры. Основные функции для работы с программой размещены в верхнем горизонтальном меню. На панели инструментов расположены наиболее часто используемые операции. Все настройки модулей подключенных к АПК осуществляются в отдельном окне настроек. Также по отдельному окну имеют выбранные пользователем модули связи с драйверами; модули обработки и модули визуализации. Все перечисленные окна располагаются на рабочей области и могут быть настроены в соответствии с необходимостью. Используя описанный выше подход к разработке интерфейса, требует от конечного пользователя лишь знания ПК и Windows на уровне пользователя. На рис. 3 представлен фрагмент пользовательского интерфейса комплекса.

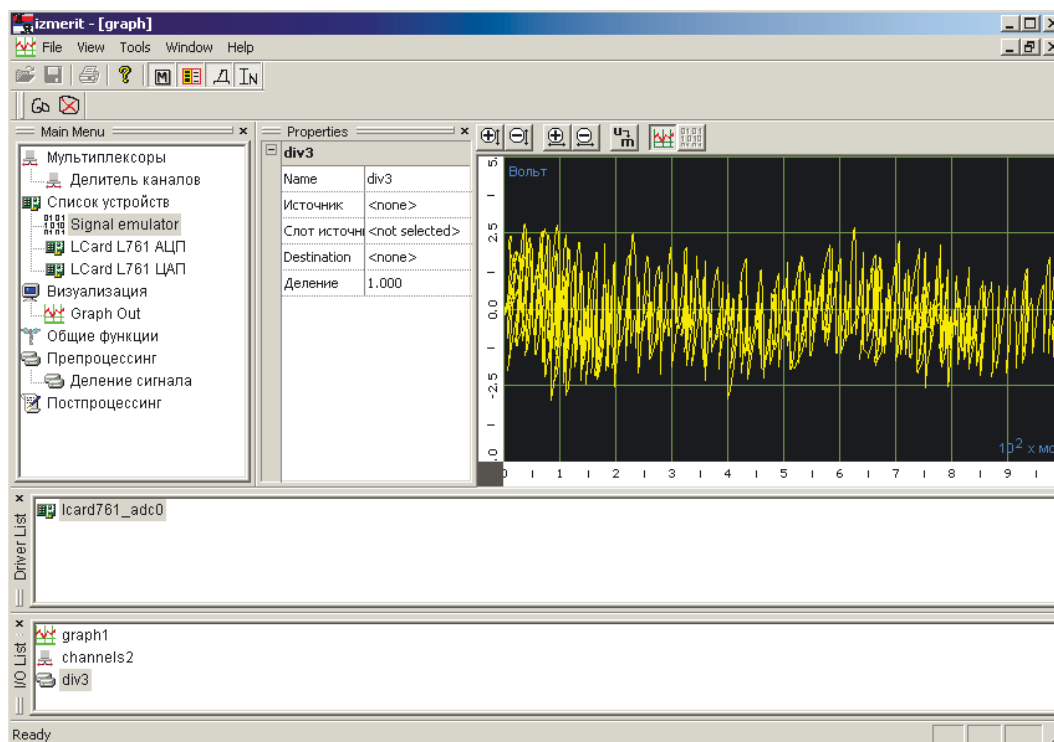


Рис. 3. Фрагмент пользовательского интерфейса комплекса

Благодаря описанному выше подходу к построению комплекса существенно расширяется круг решаемых им задач. Пользователь самостоятельно выбирает ту или иную измерительную схему. Т.е. собрав из модулей необходимую цепочку, пользователь формирует последовательность прохождения сигнала через элементы цепочки, подвергая сигнал необходимым обработкам и превращениям. Ограничения с использованием комплекса в других задачах связана с необходимостью создания дополнительных модулей и/или других плат сбора данных, но это ничтожно малая цена за получение полноценного комплекса обработки и визуализации исследуемых сигналов.

Литература

1. Малинский В.Д. и др. Испытания аппаратуры и средств измерений на воздействие внешних факторов: Справочник/ Под ред. В.Д.Малинского. – М.: Машиностроение, 1993. 576 с.
2. Гёлль П. Как превратить персональный компьютер в измерительный комплекс: Пер. с франц. – 2-е изд., испр. – М.: МДК, 1999. –199 с.
3. Харт Х. Введение в измерительную технику: Пер. с нем. – М.: Мир, 1999. – 391 с.
4. К.Б. Клаассен. Основы измерений. Электронные методы и приборы в измерительной техники. – М.: Постмаркет, 2000. – 352 с.
5. Князев В.С., Власов А.И., Колосков С.В. Программно-технический комплекс multifunctional обработки сигнала // 2-ая Международная конференция СНГ «Молодые ученые – науке, технологиям и профобразованию для устойчивого развития: проблемы и новые решения» - Москва, октябрь, 2000.

6. Князев В.С., Афанасьев А. Виртуальный многофункциональный измерительный комплекс // Молодежная научно-техническая конференция «Наукоемкие технологии и интеллектуальные системы - 2002» -17-18 апреля 2002, Москва, МГТУ им. Н.Э.Баумана. - с. 159-162