

КЛАССИФИКАЦИЯ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СИСТЕМ АКТИВНОЙ ВИБРОЗАЩИТЫ.

Володин Е.А.

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

MATHEMATICAL MODELS of SYSTEMS ACTIVE VIBRATION CONTROL

Volodin E.A.

The scientific chief: Ph.D., senior lecturer Vlasov A.I.
BMSTU, ИУ4.

Аннотация: В данной работе кратко рассмотрены особенности и основные варианты проектирования и применения систем активной виброзащиты (САВ).

Abstract: In the given activity the features both basic versions of designing and application of systems by fissile vibration control (AVC) are briefly reviewed.

Основные положения и классификация систем виброзащиты.

К современным средствам виброизоляции машин и приборов предъявляются весьма разнообразные требования. Для большинства технических объектов необходимо, прежде всего, дальнейшее снижение энергии вибрации и ударов, передаваемой со стороны источника на изолируемое тело. Борьба с вибрацией в источнике является зачастую лишь временным и частичным решением проблемы ввиду непрерывного ужесточения требований к точности работы изолируемого оборудования, а также к защите окружающей среды от воздушного и структурного шумов. Кроме того, эта мера может быть нерентабельной. В настоящее время существует два основных класса систем виброзащиты: это системы **пассивной виброзащиты (СПВ)** и **системы активной виброзащиты (САВ)**.

Системы пассивной виброзащиты.

В настоящее время наиболее простым, доступным и распространённым виброизолирующим средством остаются упругие элементы. На достаточно высоких частотах они обеспечивают отражение большей части колебательной энергии обратно в источник и тем лучше, чем ниже их жёсткость. В области низких частот требования к величине жёсткости, как правило, совсем иные. Они определяются статической нагрузкой, её изменениями при наклоне, а также инерционными силами при разгоне и торможении на движущихся объектах, ударами, центровкой механизма и прочими эксплуатационными условиями.

Неоднозначны и требования к демпфированию: малая его величина полезна для виброизоляции, а в диапазоне низких частот порождает (при наличии вынуждающих сил) интенсивные резонансные колебания, что является главным и трудно устранимым недостатком обычной упругой подвески.

Виброизолирующие системы с квазистатическим перемещением упруго закреплённых транспортных объектов.

Наиболее характерными низкочастотными возмущениями, действующими на транспортные виброизолирующие системы (ВС), являются силы инерции, обусловленные поступательными и угловыми ускорениями подвижного основания.

Первые из них определяются маневренностью транспортных средств и могут достигать значительных величин (до нескольких сил веса объекта). Однако для большинства транспортных средств длительность манёвра мала по сравнению со временем их

функционирования в номинальном режиме (без значительных ускорений), поэтому надёжность виброизолирующих систем в этих случаях обеспечивается применением различного рода ограничительных устройств. Последние наряду с ограничением перемещений установленного на виброизоляторах оборудования воспринимают значительную долю кинетической энергии, развиваемой им к моменту соударения с ограничителями.

В большинстве случаев в моменты смыкания зазоров ограничительных устройств виброизолирующие свойства упругой подвески практически отсутствуют, так как жёсткость ограничителей многократно превышает жёсткость виброизоляторов. Один из возможных методов снижения перемещений упруго закреплённого оборудования при сохранении эффективной виброизоляции рассмотрен ниже.

Силовые возмущения, обусловленные переориентацией сил веса относительно упругих осей виброизоляторов, определяются в основном параметрами поворотных движений основания, в вызываемые этими возмущениями перемещения оборудования существенно зависят от схемы упругой подвески.

В общем случае поворотные движения основания и вызываемые ими перемещения транспортного оборудования имеют пространственный характер, однако, основные закономерности процесса формирования этих движений могут быть выяснены при рассмотрении однонаправленных и плоских моделей ВС.

Виброизолирующие системы с уравниванием.

В основе работы данных систем лежит очевидный способ снижения требующихся для управления положением объекта сил посредством статического уравнивания на всём интервале его возможных перемещений. Наиболее показательным примером используемого в опорах эффекта являются уравновешенные рычажные весы, медленные поворотные движения плеч которых могут быть вызваны (или устранены) приложением малых по величине усилий. Это возможно потому, что требующиеся для медленного поворота уравновешенного двуплечего рычага весов силы определяются только силами трения в его опоре. Очевидно, что при отсутствии равновесия рычага эти усилия существенно возрастут, так как для поворота рычага дополнительно потребуется преодолеть неуравновешенную часть веса большего из установленных на чашах весов груза.

В отличие от традиционной однокаскадной схемы виброизоляции рассматриваемая виброизолирующая система дополнительно содержит массу m , взаимодействующую с виброактивным (или виброчувствительным) объектом (масса M) через фазовый преобразователь движения и упругий элемент k_1 . Кроме того, схема содержит “стабилизирующий” упругий элемент k_2 , устанавливаемый между массой M и основанием. Данные устройства позволяют получить дополнительный эффект виброизоляции до 18 дБ.

Виброизолирующие опоры со стабилизирующими устройствами на основе эксцентрично повешенного груза.

В рассмотренных выше виброизолирующих систем снижение перемещений упруго закреплённых объектов достигается стабилизацией весовой нагрузки, приходящейся на упругие элементы, расположенные между объектом и опорным фундаментом. В частном случае стабилизация обеспечивается на нулевом уровне, т.е. производится разгрузка этих упругих элементов во всех возможных положениях основания. Стабилизация весовой нагрузки определяет неизменность статической деформации упругих элементов и, как следствие, стабилизацию положения объекта относительно основания. Показательной в этом смысле является работа виброизолирующей опоры с уравниванием, в которой разгрузка упругого элемента k_2 обеспечивается дополнительной массой, взаимодействующей с упруго закреплённым объектом через фазовый преобразователь движения. Этот же принцип

стабилизации положения объекта использован в виброизолирующих опорах. Данный тип ВС предназначен для использования в системах с вращающимся валом.

Системы активной виброзащиты.

В системах активной виброзащиты (САВ) развиваются управляющие силы или перемещения, приложенные непосредственно к изолируемому объекту наряду с вынуждающими силами с целью их компенсации. В САВ энергия внешнего источника непосредственно входит в энергетический баланс. Практически всегда активная виброзащита - результат совокупного действия активных и пассивных элементов. Работу САВ можно представить как введение или изменение эквивалентных параметров пассивного объекта-массы, жёсткости и демпфирования. Однако, САВ может вносить как положительные, так и отрицательные жёсткости, массы, сопротивления; они, как правило, зависят от частоты и постоянны лишь в ограниченной рабочей области. Вид частотной зависимости вносимых параметров на границах и вне рабочей области существенно влияет на устойчивость. Функциональная модель такой системы представлена на рис.1.

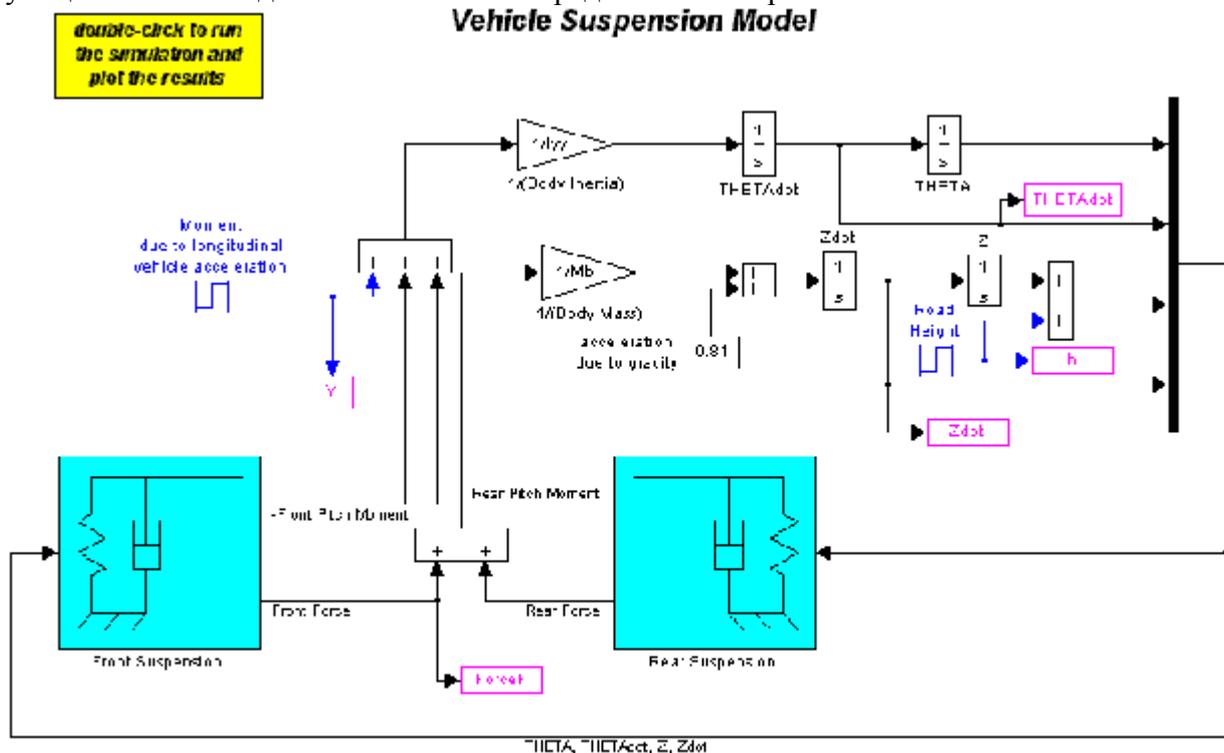


Рис.1. Функциональная модель системы активной виброзащиты.

САВ с компенсацией возмущений.

САВ с компенсацией возмущений- это системы с двумя вариантами электромеханической обратной связи. Основаны на приближённой компенсации возмущения, приложенного к системе из вне или со стороны одного из его элементов. Системы с управлением по внешнему возмущению должны реализовывать передаточную функцию, обеспечивающую инвариантность (независимость от возмущений) выбранных динамических координат или выполнения определённого критерия. Это регулирование по разомкнутому циклу, для которого необходим большой объём информации. Например, если спектр внешнего случайного возмущения имеет достаточно простую огибающую, можно с помощью теории оптимальных фильтров найти по заданному критерию оптимальную структуру ВС, которая может содержать активные элементы. Поскольку внешние

вынуждающие силы обычно не известны, а точки их приложения недоступны измерению, в активной виброзащите подобные системы могут иметь весьма ограниченное применение.

САВ с управлением по отклонению.

Этот принцип управления имеет определённые преимущества: не требуется полная информация о возмущениях, а также о характеристиках изолируемого объекта. Существуют следующие виды управления в данной САВ: по вибрационному ускорению, скорости или перемещению источника колебаний или изолируемого объекта. В соответствии с принципом управления по отклонению целью является минимизация управляющего сигнала.

Особое место среди данных САВ занимают системы, стабилизирующие статический прогиб упругой опоры при медленных изменениях нагрузки на опору в подвижных объектах. К ним относятся, в частности, системы с пневматической или гидравлической стабилизацией. Весьма эффективны системы, объединяющие стабилизацию статистического прогиба и компенсацию упругой силы. Таким образом, при широкополосной виброзащите выбор жёсткости упругого элемента и применение в отдельности или совместно двух видов управления могут обеспечить наилучшее выполнение противоречивых требований, предъявляемых к упругим подвескам механизмов-источников структурного шума.

Адаптивные САВ.

Это активные системы самонастройки, а также более сложные самооптимизирующиеся, самоорганизующиеся системы, а также САВ с переменной структурой. Самонастраивающиеся САВ применяются в основном при гашении отдельных дискретных составляющих вибрации в условиях меняющейся частоты вибрации, частотных характеристик управляемого объекта и цепей управления. Самонастройка может осуществляться двумя способами. Беспойсковые САВ используются для настройки заранее определённую матрицу коэффициентов влияния, имеют сравнительно высокое быстродействие. Поисковые САВ формируют вектор оптимального управления постепенно, путём попеременного пробного изменения амплитуд и фаз компенсирующих усилий и анализа поведения некоторого функционала. Их быстродействие весьма ограничено и зависит от алгоритма поиска и исходного состояния системы. Однако они имеют преимущество перед беспойсковыми САВ при изменении частотных свойств объекта. Их эффективность главным образом ограничена шумами в каналах измерения вибраций, формирующих функционал; при увеличении вынуждающих сил вибрация может снижаться до прежнего абсолютного уровня, т.е. эффективность гашения возрастает.

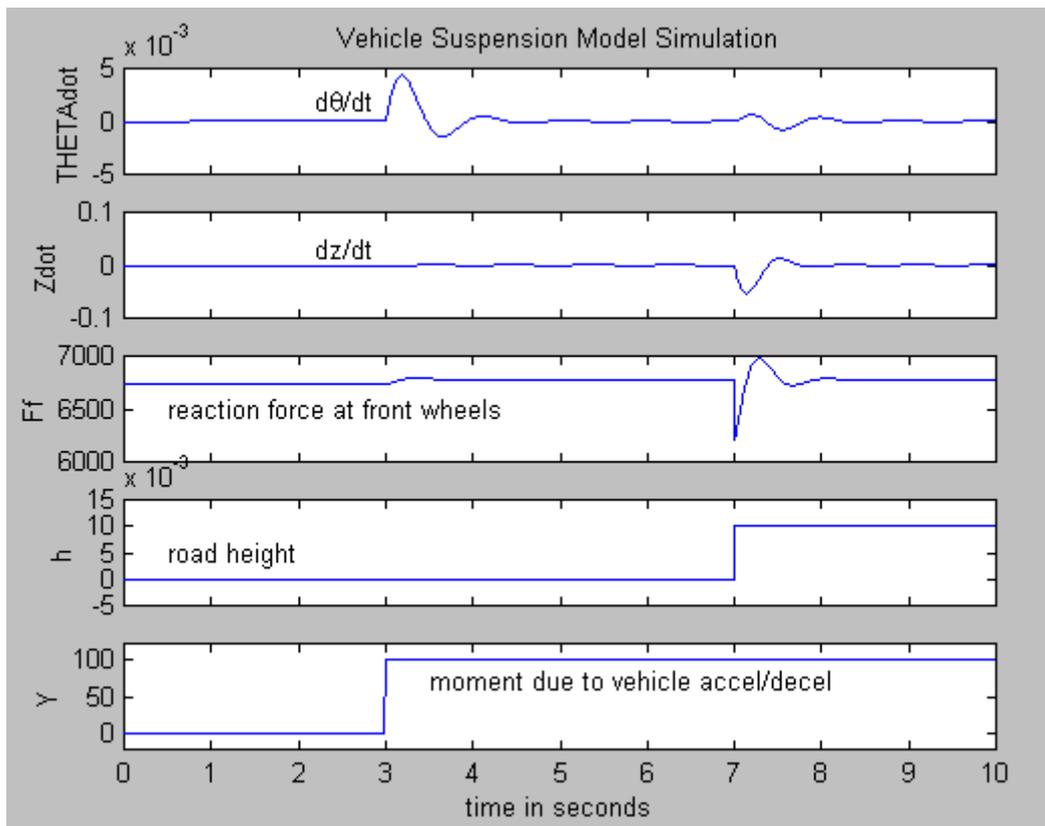


Рис.2. Результаты моделирования САВ.

Основными недостатками таких систем являются: необходимость большого количества исполнительных устройств особенно при гашении пространственной вибрации; большой уровень развиваемых усилий, значительно превышающий исходные вынуждающие силы; непригодность для гашения нестабильных дискретных и шумовых составляющих. Системы этого типа имеют определённую область применения в виброакустике протяжённых конструкций, но непригодны для гашения вибрации механизмов в широкой полосе частот.

Список литературы

- Ю.И.Нестеров, А.И.Власов, Б.Н.Першин Виртуальный измерительный комплекс// Датчики и системы. №4. 2000 - С.12-22.
- А.И.Власов, С.Г.Семенов, Ю.А.Поляков Микропроцессорные системы активной индивидуальной акустозащиты// Микросистемная техника, №2. 2000. С.-15-20.
- А.И.Власов, С.В. Колосков Волшебство волновых полей: волновые поля в школьном курсе физики// Компьютер в школе. №3(17). 2000. С.16-20.
- А.И. Власов Нейросетевая реализация микропроцессорных систем активной акусто- и виброзащиты// Нейрокомпьютеры:разработка и применение, №1, 2000. С.40-44.
- Власов А.И. Нейросетевая система активной виброзащиты в стандарте РС-104 //Научная сессия МИФИ - 99. Всероссийская конференция "Нейроинформатика -99". Сборник научных трудов в трех частях. Ч.2. М.: МИФИ, 1999, С.201-206.
- А.И. Власов. Нейросетевая реализация микропроцессорных систем активной акусто-виброзащиты. // V Всероссийская конференция "Нейрокомпьютеры и их применение", Москва 17-19 февраля 1999 г.

- А.И. Власов. Аппаратная реализация нейровычислительных управляющих систем //Приборы и системы управления - 1999, №2, С.61-65.
- А.И. Власов, В.А. Шахнов Проектирование активных систем шумоподавления электротехнических установок// Тезисы докладов Всероссийского электротехнического конгресса ВЭЛК-99, Москва, 1999, том II, С.366-367.
- А.И. Власов, В.А. Шахнов Электронная система активного гашения шумов двигательных установок// Тезисы докладов Всероссийского электротехнического конгресса ВЭЛК-99, Москва, 1999, том II, С.395-396.

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Князев В.С.

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

PRINCIPLES OF CONSTRUCTION OF SYSTEMS OF REMOTE MONITORING OF TECHNOLOGICAL OBJECTS

Knyzev V.S.

The scientific chief: Ph.D., senior lecturer Vlasov A.I.
BMSTU, ИУ4.

Аннотация: В работе исследованы методы применения систем класса WAGO-I/O-SYSTEMS для решения задач мониторинга технологических объектов.

Abstract: In activity the methods of application of systems of the class WAGO-I/O-SYSTEMS for problem solving of monitoring of technological objects are investigate.

1 Структурно-функциональные решения на базе WAGO-I/O-SYSTEM

WAGO-I/O-SYSTEM включает в себя различные компоненты, которые позволяют создавать модульные и определяемые пользователем fieldbus узлы для различных fieldbusses.

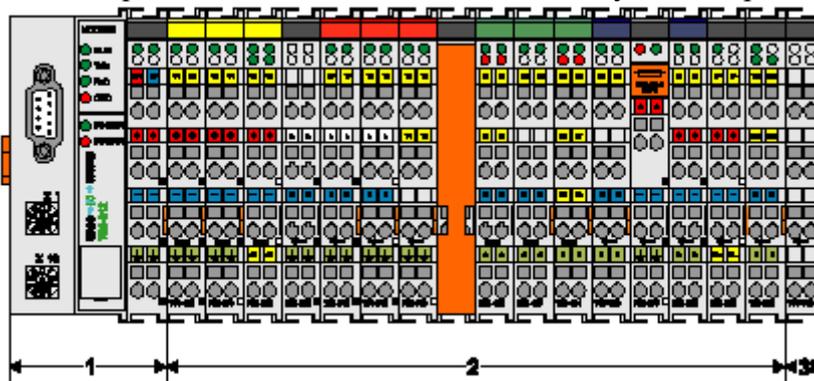


Рис. 1. Структура fieldbus узла с WAGO-I/O-SYSTEM

Во всех случаях fieldbus узел включает fieldbus ответвитель (1) или программируемый fieldbus контроллер (1) как основное место, ряд модулей Ввода - вывода (2) и конечный модуль (3), который формирует конец системы. В следующем описании термин Ответвитель используется для fieldbus ответвителя и термин Контроллер для программируемого fieldbus контроллера.

С функциями Ввода - вывода ответвитель / контроллер формирует логическую операцию между используемым fieldbus и field областью. Все задачи управления, необходимые для точной работы Ввода - вывода выполняются ответвителем / контроллером. Соединение с различными fieldbus системам выполняется, при помощи соответствующего ответвителя / контроллера например PROFIBUS, INTERBUS, CAN, MODBUS и т.д. Преобразование к различной fieldbus системе, возможно заменяя ответвитель. В противоположность ответвителю контроллер оборудован дополнительными PLC функциями. Это позволяет производить предварительную обработку сигнала, которая может значительно уменьшить количество данных в сети. В корпусе fieldbus отказ контроллера может обрабатываться управляющей программой независимо. В качестве альтернативы контроллер

может перевести узел в определенное состояние. Стационарные модули становятся независимыми тестируемыми частями для контроллера. Другими словами, в данном состоянии без программы пользователя, контроллер ведет себя как ответвитель. Пользователь может программировать контроллер в соответствии с международными стандартами для контроллерного программирования, IEC 1131-3 или соответствующего Европейского стандарта 61131-3, на всех пяти языках, IL, LD, FBD, ST и SFC.

Система программирования **WAGO-I/O-PRO** используется для следующих функций:

- Настройка программирующего устройства
- Настройка контроллера
- Моделирование
- Тестирование и запуск
- Визуализация во время работы
- Документация программного обеспечения

Система программирования работает на IBM совместимом персональном компьютере (за системными требованиями, пожалуйста обратитесь к инструкции по эксплуатации WAGO-I/O-PRO).

Процесс ввода и вывода данных производится в модулях ввода вывода. Модули Ввода - вывода доступны для различных задач, в соответствии с изменяющимися требованиями. Доступны цифровые и аналоговые входные и выходные модули, модули Ввода - вывода для измерения угла и пути, также как и модули связи. Индивидуальные модули Ввода - вывода описаны подробно в следующих разделах.

Узлу необходим конечный модуль. Он всегда приспособливается как последний модуль, для гарантирования внутренней связи узла. Конечный модуль не выполняет функцию Ввода - вывода.

2 Методы децентрализации

Используя ответвителя или контроллер возможно реализовать различные методы для децентрализации задач управления.

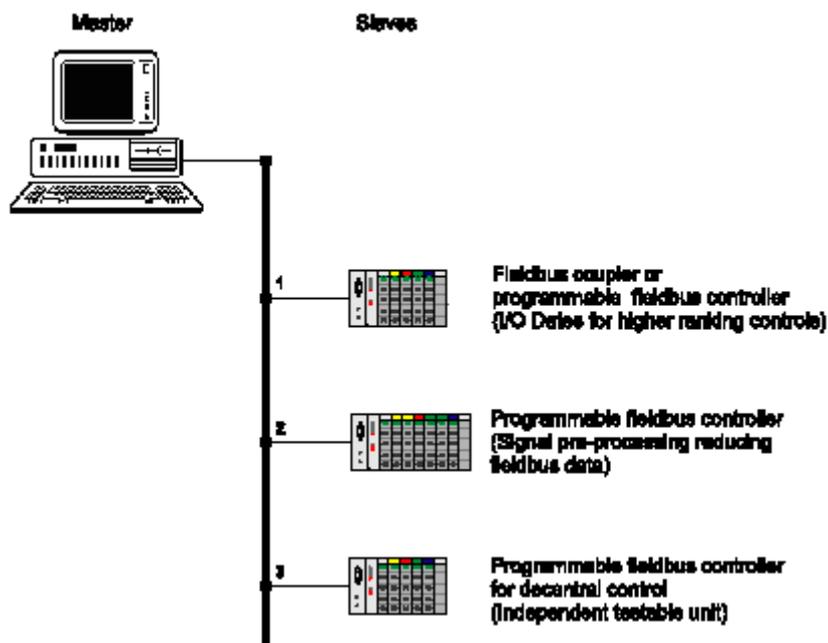


Рис. 2: Децентрализованные методы

Центральное управление, с использованием ответвителя или контроллера

Методы процесса, общие до настоящего времени: Все входные сигналы датчика соединяются в ответвителе (Slave) и передаются вышестоящему устройству управления (Master) через шину системы. Данные, сгенерированные для выходного сигнала в вышестоящих устройствах управления достигают исполнительный орган через шину и узел. Время реакции средств управления зависит от fieldbus. Этот принцип может выполняться в том же самом способе с использованием контроллера.

Предварительная обработка сигнала, с использованием контроллера

Некоторые задачи управления, например импульсное генерирование, задержки и счет (например количество), выполняются на месте. Требуемые логические операции выполняются в контроллере. Шина системы только передает результаты логических операций, поскольку данные обрабатывают вышестоящим устройством управления. Для предварительной обработки сигнала количество fieldbus требуемых данных - меньше чем, тех которые требовались для центрального включения.

Нецентральное (децентрализованное) управление с контроллером

На месте контроллер управляет назначенной функциональной областью, например вычислительный модуль или компоненты транспортной системы. Проверка модуля может быть сделана независимо, то есть без вышестоящих устройств управления. Вышестоящие устройства управления передают данные контроллеру через шины систему, например рабочий режим, установка значений координаты или текущей производственной программы(рецепт). Контроллер передает локальные рабочие данные к вышестоящему устройству управления, такие как действия и сообщения управления, реальных значений, счетчик чтения и т.д. Полное соединение для запуска исполнительного механизма сделано в контроллере, другими словами непосредственно на месте. Это допускает fieldbus независимую реакцию средств управления. В корпусе fieldbus отказ программы контроля может быть независимо далее обработан и узел, помещен в определенное состояние.

3 MODBUS

MODBUS - система Master/Slave. Master - высоко-производительное устройство управления, например ПЕРСОНАЛЬНЫЙ КОМПЬЮТЕР или PLC прибор. MODBUS ответвитель / контроллер WAGO-I/O-SYSTEMS - подчиненные (Slave) устройства. Конфликты шин не происходят, потому что только одна вершина обменивается данными. Master делает запрос для связи. Этот запрос может быть конкретному узлу или к всем узлам как широко-вещательное сообщение. Узлы получают запрос и возвращают ответ к Master, в зависимости от вида запроса.

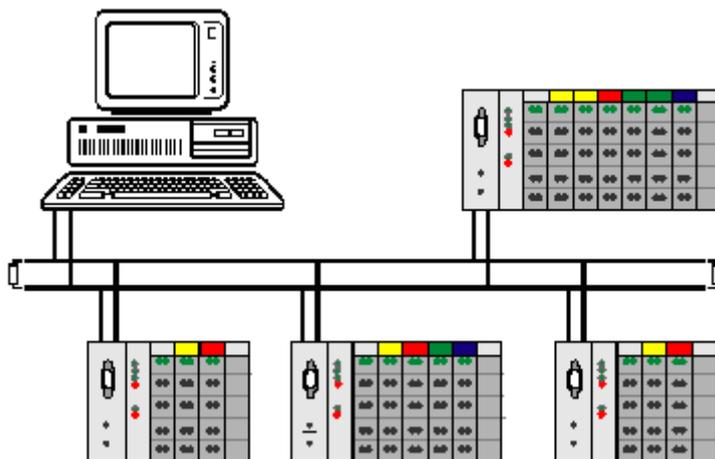


Рис. 3: Пример MODBUS топологии

Эта топология шины только имеет силу для вариантов с интерфейсом RS 485. С RS 232 только возможно иметь одноранговое соединение.

Запуск контроллера с WAGO-I/O-PRO

Запуск происходит через ПЕРСОНАЛЬНЫЙ КОМПЬЮТЕР. WAGO кабель связи используется для установления соединения между ПЕРСОНАЛЬНЫМ КОМПЬЮТЕРОМ (интерфейс: COMx) и контроллер.

Параметр связи для обмена данными между контроллером и ПЕРСОНАЛЬНЫМ КОМПЬЮТЕРОМ должен соответствовать. Следующий параметр - устанавливается в контроллере:

- Скорость в бодах: 19200 боды
- Стоповые биты: 1
- Сравнимость по модулю: четный

Этот параметр - устанавливается в WAGO-I/O-PRO в окне 'параметр связи'.

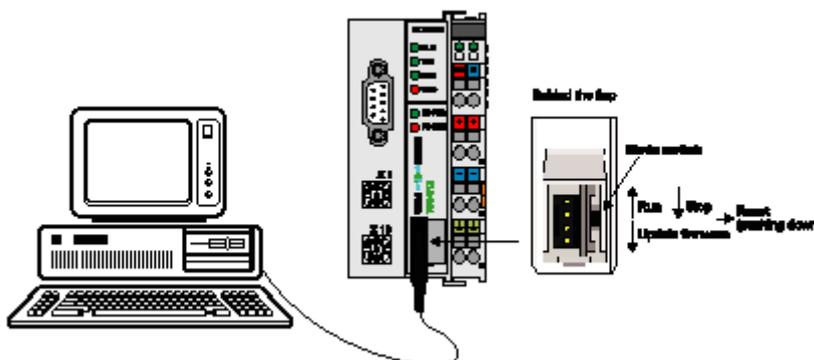
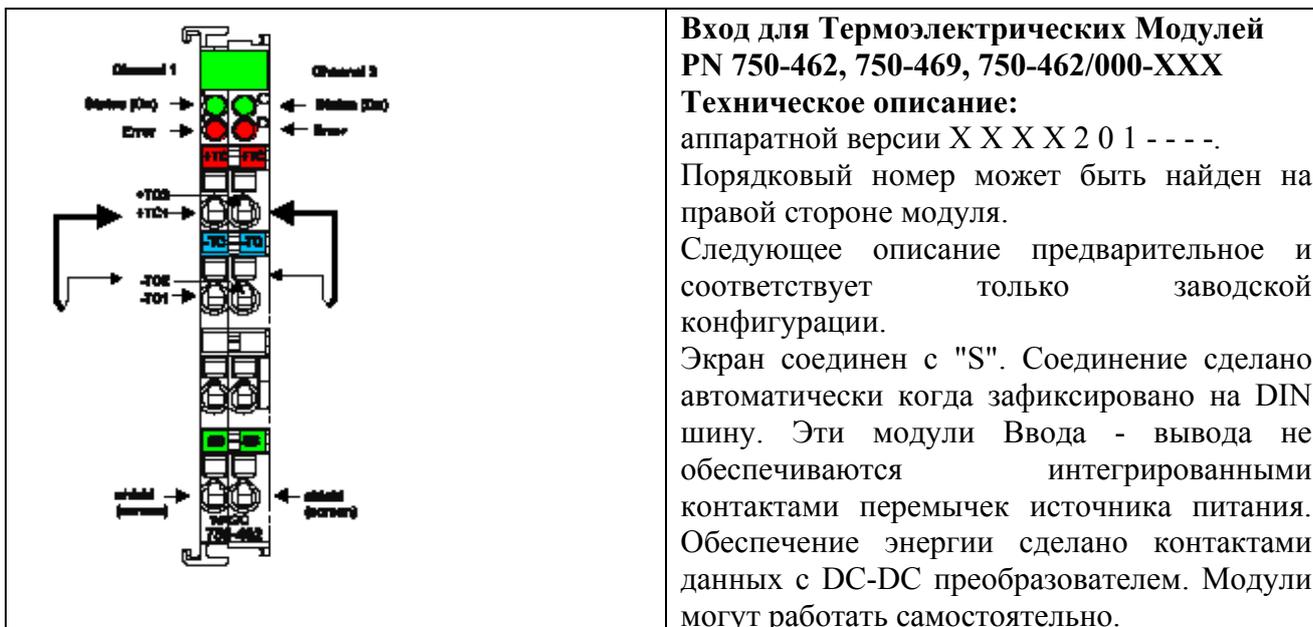


Рис.4: ПЕРСОНАЛЬНЫЙ КОМПЬЮТЕР и контроллер, переключатель рабочего режима

Все следующие функции, отмеченные 'Online' могут быть выполнены через ПЕРСОНАЛЬНЫЙ КОМПЬЮТЕР с WAGO-I/O-PRO.

Перед загрузкой программы, переключатель рабочего режима должен быть установлен, в "Stop" или цикл должен быть остановлен с 'Online' 'Stop'.

Программная обработка может быть начата в каждом положении переключателя рабочего режима с 'Online' 'Start' и быть остановлена с 'Online' 'Stop'.



Выводы: Решения на базе WAGO-I/O-SYSTEM являются эффективными при реализации систем управления и мониторинга температурных режимов, технологических параметров, решения задач интерактивного управления технологическими и производственными комплексами. Обладая высокой гибкостью и не большой относительной стоимостью при высокой функциональности они могут быть использованы для решения целого круга задач управления и мониторинга технологических систем.

Литература:

1. Документация фирмы ProSoft.

ПОСТРОЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ.

Быков К.

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

CONSTRUCTION of DISTRIBUTED DATA-TRANSMISSION SYSTEMS.

Bikov K.

The scientific chief: Ph.D., senior lecturer Vlasov A.I.
BMSTU, ИУ4.

Аннотация: В работе исследованы методы проектирования распределенных систем передачи данных, проанализированы основные этапы проектирования и выделены наиболее критичные элементы

Abstract: In activity the design techniques of distributed data-transmission systems are investigated, the milestones of designing are parsed and the most critical members are secured.

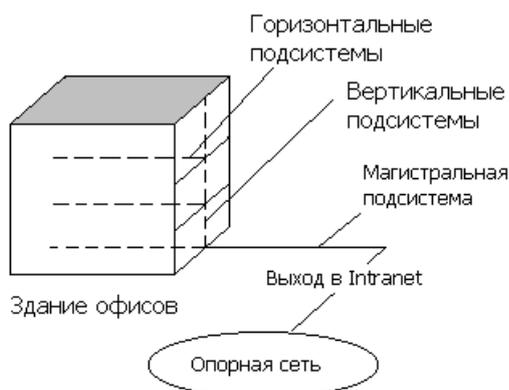
Введение

Локальная вычислительная сеть является 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 размещенной группе зданий.

Основу функционирования локальной сети определяет сетевая архитектура, которая состоит из совокупности сетевых ресурсов, таких как топология сети, кабельная система и активные компоненты сети (мосты, коммутаторы, маршрутизаторы и т.д.). В процессе проектирования сети, необходимо учитывать каждый из этих сетевых ресурсов и определять, какие конкретно средства следует выбрать и как их надо распределить по сети, чтобы оптимизировать производительность, упростить управление оборудованием и оставить возможности для последующего роста.

За исключением кабельной системы, которая является протоколно независимой, устройством функции коммуникационного оборудования остальных типов существенно зависят от того, какой конкретно протокол в них реализован. Концентратор Ethernet устроен не так, как концентратор Token Ring, а сетевой адаптер FDDI не сможет работать в сети Fast Ethernet. Рассмотрим один из вариантов реализации основных и дополнительных устройств физического и канального уровней.

Построение магистрали передачи данных



Кабельная система является фундаментом любой сети. Чтобы повысить производительность сети и свести к минимуму время на устранение неполадок если таковые возникнут, необходимо структурировать кабельную систему.

Структурированная кабельная система – это набор коммутационных элементов (кабелей, разъемов, шкафов и т.д.), а также методика их совместного использования, которая позволяет создавать регулярные, легко расширяемые структуры связей в вычислительных сетях.

Иерархическая структура, рассмотренной ниже, структурированной кабельной системы включает:

- Горизонтальные подсистемы (в пределах этажа)
- Вертикальные подсистемы (внутри здания)
- Магистральная подсистема

Использование структурированной кабельной системы вместо хаотически проложенных кабелей дает ряд преимуществ.

- долговечность срок морального старения хорошо структурированной кабельной системы может составлять 10 –15 лет;
- возможность реструктуризации сети, без потери предоставляемой функциональности;
- уменьшение стоимости добавления новых пользователей и изменения их мест размещения;
- надежность;
- обеспечение более эффективного обслуживания;

Базовые технологии локальных сетей

При организации взаимодействия узлов в локальных сетях основная роль отводится таким классическим технологиям как Ethernet, Token Ring, FDDI, основанным на использовании разделяемых сред.

Ethernet – самый распространенный на сегодняшний день стандарт локальных сетей. В сетях Ethernet используется метод доступа к среде передачи данных, называемый методом коллективного доступа с опознаванием несущей и обнаружением коллизий. Это метод применяется в сетях с логической общей шиной. Все компьютеры такой сети имеют непосредственный доступ к общей шине. Одновременно все компьютеры сети имеют возможность немедленно (с учетом задержки распространения сигнала по физической среде) получить данные, которые любой из компьютеров начал передавать на общую шину. Говорят, что кабель, к которому подключены все станции, работает в режиме коллективного доступа. Физические спецификации технологии Ethernet на сегодняшний день включают следующие среды передачи данных:

10Base - 5	Коаксиальный кабель диаметром 0.5 дюйма, называемый «толстым» коаксиалом. Максимальная длина сегмента – 500 метров (без повторителей).
10Base - 2	Коаксиальный кабель диаметром 0.25 дюйма, называемый тонким коаксиалом. Максимальная длина сегмента – 185 метров (без повторителей).
10Base - T	Кабель на основе неэкранированной витой пары. Образует звездообразную топологию на основе концентратора. Расстояние между концентратором и конечным узлом – не более 100 м.
10Base - F	Волоконно-оптический кабель. Топология аналогична топологии стандарта 10Base-T. Имеется несколько вариантов этой спецификации – FOIRL (расстояние до 1000 м), 10Base-FL и 10Base-FB (расстояние до 2000 м),

Сети **Token Ring**, так же как и сети Ethernet, характеризует разделяемая среда передачи данных, которая в данном случае состоит из отрезкового кабеля, соединяющих все станции сети в кольцо. Кольцо рассматривается как общий разделяемый ресурс, и для доступа к нему требуется не случайный алгоритм, как в сетях Ethernet, а детерминированный, основанный на передаче станциям права на использования кольца в определенном порядке. Это право передается с помощью кадра специального формата,

называемого *маркером* или *токером*. Сети Token Ring работают с двумя битовыми скоростями – 4 и 16 Мбит/с. В ней определены процедуры контроля работы сети, которые используют обратную связь кольцеобразной структуры – посланный кадр всегда возвращается в станцию отправитель. Максимальное количество станций в кольце – 260, а максимальная длина кольца 4км.

Сеть **FDDI** строится на основе двух оптоволоконных колец, которые образуют основной и резервный пути передачи данных между узлами сети. Метод доступа к сетям FDDI очень близок к методу доступа в сетях Token Ring. Отличия заключаются в том что, время удержания маркера в сети FDDI не является постоянной величиной, как в сети Token Ring. Это время зависит от загрузки кольца – при небольшой загрузке оно увеличивается, а при больших перегрузках может уменьшаться до нуля.

Характеристика	FDDI	Ethernet	Token Ring
Битовая скорость	100 Мбит/с	10 Мбит/с	16 Мбит/с
Топология	Двойное кольцо	Шина/звезда	Звезда/кольцо
Среда передачи данных	Оптоволокно, неэкранированная витая пара категории 5	Толстый коаксиал, тонкий коаксиал, витая пара категории 3, оптоволокно	Экранированная и неэкранированная витая пара, оптоволокно
Максимальная длина сети (без мостов)	200 км (100 км на кольцо)	2500 м	4000 м
Максимальное количество узлов	500	1024	260 для UTP/ 72 для STP

Все отличия технологии **Fast Ethernet** от Ethernet сосредоточены на физическом уровне. Более сложная структура физического уровня технологии Fast Ethernet вызвана тем, что в ней используется три варианта кабельных систем:

- Волоконно-оптический многомодовый кабель, используется два волокна;
- Витая пара категории 5, используется две пары;
- Витая пара категории 3, используются четыре пары;

Отказ от коаксиального кабеля привел к тому, что сети Fast Ethernet всегда имеют иерархическую древовидную структуру, построенную на концентраторах. Основным отличием конфигурацией сетей Fast Ethernet является сокращение диаметра сети примерно до 200 м, что объясняется уменьшением времени передачи кадра минимальной длины в 10 раз за счет увеличения скорости передачи в 10 раз по сравнению с 10-мегабитным Ethernet.

Технология **Gigabit Ethernet** добавляет новую, 1000 Мбит/с, ступень в иерархии скоростей семейства Ethernet. Разработчики технологии Gigabit Ethernet сохранили большую степень преемственности с технологиями Ethernet и Fast Ethernet. Gigabit Ethernet использует те же форматы кадров, что и предыдущие версии Ethernet, работает в полнодуплексном и полудуплексном режимах. В качестве физической среды можно использовать многомодовый оптоволоконный кабель (расстояние до 500 м) и одномодовый оптоволоконный (расстояние до 5000 м).

Выбор типа кабеля для горизонтальных подсистем

Горизонтальная система характеризуется очень большим количеством ответвлений, поэтому к кабелю, используемому в горизонтальной проводке, предъявляются повышенные требования к удобству выполнения ответвлений, а также удобству его прокладки в

помещениях. При выборе кабеля принимаются во внимание следующие характеристики: полоса пропускания, расстояние, физическая защищенность, стоимость. Медный провод, в частности неэкранированная витая пара, является предпочтительной средой для горизонтальной кабельной подсистемы. Хотя экранированная витая пара, STP, позволяет передавать данные на большее расстояние и поддерживать больше узлов, чем неэкранированная, наличие экрана делает ее более дорогой и не дает возможность передавать голос. Коаксиальный кабель все еще остается одним из возможных вариантов кабеля для горизонтальных подсистем. Его используют в тех случаях, когда высокий уровень электромагнитных помех не позволяет использовать витую пару. Преобладающим кабелем для горизонтальной подсистемы является 4-парный UTP кабель категории 5 (медный неэкранированный кабель). Большинство новых высокоскоростных стандартов ориентируются на использование витой пары 5 категории. На этом кабеле работают протоколы со скоростью передачи данных 100Мбит/с – FDDI, Fast Ethernet, а также более скоростные протоколы – АТМ на скорости 155Мбит/с. На сегодня все новые кабельные системы крупных зданий строятся именно на этом типе кабеля. Этот тип проводки обладает наибольшей гибкостью при относительно низкой цене. Она позволит внедрить, при необходимости, все сетевые технологии, включая АТМ (на уровне горизонтальной кабельной системы).

Категории	Примечания
<i>Категория 1</i>	Используется для цифровой и аналоговой передачи голоса и низкоскоростной передачи данных (до 20 Кбит/с)
Категория 2	Главное требование – способность передавать сигналы со спектром до 1 МГц
Категория 3	Способность передавать сигналы со спектром до 16МГц. Поддерживает, таким образом, высокоскоростные сетевые приложения.
Категория 4	Передача сигнала на частоте 20 МГц, высокая помехоустойчивость и низкие потери сигнала. Хорошо подходят в системах с увеличенными расстояниями (до 135 м). Пропускная способность 16Мбит/с.
Категория 5	Поддержка высокоскоростных протоколов, характеристики определяются в диапазоне до 100МГц. Длина линий горизонтальной проводки до 100 метров.

Выбор типа кабеля для вертикальных подсистем

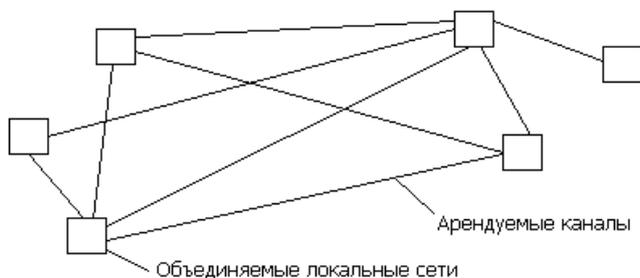
Кабель вертикальной подсистемы, которая соединяет этажи здания, должен передавать данные на большие расстояния и с большой скоростью по сравнению с кабелем горизонтальной подсистемы. Для вертикальной подсистемы выбор кабеля в настоящее время ограничивается тремя вариантами:

- Оптоволокно – отличные характеристики пропускной способности; устойчивость к электромагнитным помехам. Но сравнительно дорого, сложно выполнять ответвления.
- Толстый коаксиал – хорошие характеристики пропускной способности. Но с ним сложно работать, хотя специалистов, имеющих подобный опыт работы, достаточно много.
- Широкополосный кабель, используется в кабельном телевидении, - хорошие показатели пропускной способности; может передавать голос, видео и данные. Но очень сложно работать и требуется большие затраты во время эксплуатации.

Применение волоконно-оптического кабеля в вертикальной подсистеме имеет ряд преимуществ. Он передает данные на значительно большие расстояния без необходимости регенерации сигнала. Он имеет сердечник меньшего диаметра, поэтому может быть проложен в более узких местах. Не чувствителен к электромагнитным и радиочастотным помехам, в отличие от медного коаксиального кабеля. Он обеспечивает более высокую степень защиты от несанкционированного доступа, так как отвлечение гораздо легче обнаружить (резко падает интенсивность света). Толстый коаксиальный кабель также допустим в качестве магистрали сети, однако, для новых кабельных систем более рационально использовать оптоволоконный кабель, так как он имеет больший срок службы и сможет в будущем поддерживать высокоскоростные и мультимедийные приложения. Поэтому кабелем номер 1 для горизонтальной подсистемы сегодня является волоконно-оптический кабель.

Территориально-распределенные сети

При создании корпоративной сети необходимо стремиться к построению или использованию услуг территориальной сети со структурой, подобной структуре, приведенной на рисунке, то есть сети с территориально распределенными коммутаторами



пакетов. В зависимости от того, какие компоненты приходится брать в аренду, принято различать корпоративные сети, построенные с использованием:

- выделенных каналов;
- коммутации каналов;
- коммутации пакетов.

Выделенные каналы очень активно применялись совсем в недалеком прошлом и применяются сегодня, особенно при построении ответственных магистральных связей между крупными локальными сетями. Выделенные каналы можно получить у телекоммуникационных компаний, которые владеют каналами дальней связи (таких, например, как «РОСТЕЛКОМ»).

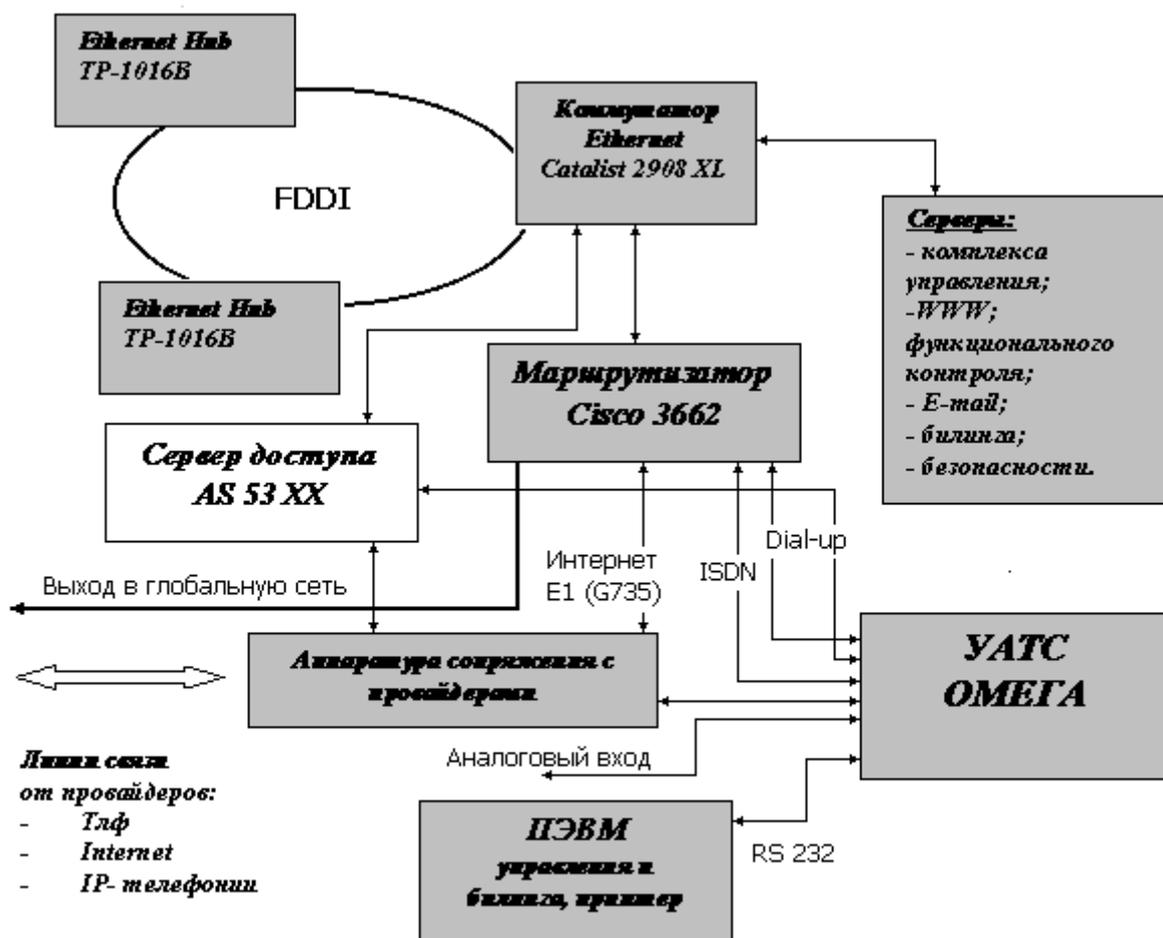


Рис.2. Типовая функциональная схема универсального центра связи радиотехнического предприятия (корпорации).

Сегодня для построения глобальных связей в корпоративной сети доступны сети с коммутацией каналов двух типов – традиционные аналоговые телефонные сети и цифровые сети с интеграцией ISDN. Достоинством этих сетей является их распространенность, что особенно характерно для аналоговых телефонных сетей. Но недостатком аналоговых телефонных сетей является низкое качество составного канала, которое объясняется использованием телефонных коммутаторов устаревших моделей. На такие коммутаторы сильно воздействуют внешней помехи (например, грозовые разряды или работающие электродвигатели).

На сегодняшний день построение глобальных сетей с использованием коммутации пакетов включает такие технологии, как X.25, frame relay, SMDS и ATM. Кроме этих технологий, разработанных специально для глобальных компьютерных сетей, можно воспользоваться услугами территориальных сетей TCP/IP, которые доступны сегодня как в виде недорогой и очень распространенной сети Internet. Характеристики сетей с коммутацией пакетов.

Тип сети	Скорость доступа	Примечания
X.25	1,2-64 Кбит/с	Хорошо работает на каналах низкого качества
Frame Relay	От 64 Кбит/с до	Сравнительно новые сети, хорошо передают

	2 Мбит/с	пульсации трафика
SMDS	1,544-45 Мбит/с	Новые сети, распространены в крупных городах Америки, вытесняются сетями АТМ
АТМ	1,544-155 Мбит/с	Используются в основном для передачи компьютерного трафика
TCP/IP	1,2-2,048 Кбит/с	Сети Internet, коммерческие услуги слабые

Сервер доступа

Для подключения мобильных, удаленных и надомных пользователей по асинхронным каналам и линиям ISDN применяются гибридные сервера доступа. Являясь устройствами, позволяющими одновременно обслуживать через единую соединительную линию как абонентов, работающих через традиционные аналоговые соединения, так и тех, кто пользуется получающими все большее распространение линиями IDSL, серверы доступа AS5x00 обеспечивают широкую свободу выбора.

В устройствах AS5x00 сочетаются функциональные возможности устройств окончания цифровых каналов (CSU), коммуникационного сервера, коммутатора, маршрутизатора и большого числа встроенных модемов, благодаря чему они являются идеальным решением для сетевых конфигураций со смешанной средой передачи.

- Экономия средств за счет обеспечения универсального доступа через единую соединительную линию для всех типов соединений (аналоговых, ISDN, V.90, V.110, V.120)
- Возможность гибкого изменения конфигурации за счет модульной конструкции.
- Также возможно использование AS5300 в качестве системы центрального офиса для передачи телефонного и факсимильного трафика через глобальные сети.

Основные возможности

- Обслуживание и прием асинхронных и цифровых (ISDN) вызовов средствами единого устройства с использованием одного серийного телефонного номера.
- Возможность передачи голоса (услуг телефонии) и факсов через сети TCP/IP с обеспечением стыковки с телефонными аппаратами, учрежденческими телефонными станциями и передачи факсов в реальном времени и в режиме маршрутизации через общую сеть IP.
- Полное дистанционное и локальное управление с использованием интерфейса командной строки, протокола SNMP или графического интерфейса пользователя CiscoView.

Серия универсальных серверов доступа Cisco AS5x00

Количество портов	AS5300	AS5800
Порты Ethernet	1	Встроенный маршрутизатор Cisco 7200 VXR
Порты Fast Ethernet	1	
Высокоскоростные синхронные порты	4	
Гнезда для установки модулей	3	14
Порты структурированного E1/ISDN PRI	До 8	До 48
Порты структурированного T3	Нет	До 3
Встроенные модемы	До 240	До 1440
Голосовые/факс порты	До 120	До 1344

Логическая структуризация сети с помощью маршрутизаторов и коммутаторов

Под логической структуризацией сети понимается разбиение общей разделяемой среды на логические сегменты, которые представляют самостоятельные разделяемые среды с меньшим количеством узлов. Сеть, разделенная на логические сегменты, обладает более высокой производительностью и надежностью. Взаимодействие между логическими сегментами организуется с помощью маршрутизаторов и коммутаторов.

Выбор маршрутизатора

В среде, объединяющей несколько сетевых сегментов с различными протоколами и архитектурами, мосты не всегда гарантируют быструю связь между всеми сегментами. Для такой сложной сети необходимо устройство, которое не только знает адрес каждого сегмента, но и определяет наилучший маршрут для передачи данных и фильтрует широковещательные сообщения. Такое устройство называется маршрутизатором. Маршрутизаторы могут выполнять следующие функции мостов:

- фильтровать и изолировать трафик;
- соединять сегменты сети

Однако маршрутизаторам доступно больше информации, чем мостам, и они используют ее для оптимизации доставки пакетов. При его выборе, прежде всего, необходимо учитывать, что это протокол-ориентированное устройство, в отличие от коммутаторов и мостов. Таким образом, модель маршрутизатора должна поддерживать все используемые в сети протоколы (TCP/IP, IPX, DECnet и т.д.), знать их структуру, методы адресации, алгоритмы контроля ошибок и маршрутизации. В противном случае, сеть не будет прозрачной для ряда протоколов.

Итак, при выборе маршрутизатора необходимо решить следующие основные вопросы.

1. Типы и количество сетей, а, следовательно, - интерфейсов, которые необходимо соединить.
2. Поддерживаемые протоколы в соответствии с протоколами используемыми в сетях.
3. Производительность маршрутизатора, обычно измеряемую в пакетах за секунду - pps, а на практике зависящую от типа процессора. Для алгоритмов маршрутизации важно также количество оперативной памяти, чтобы все таблицы маршрутизации поместились в ОЗУ.
4. Требуемые протоколы управления сетями и маршрутизации. Очевидно, что для сети они должны все совпадать, иначе устройства "не поймут" друг друга.
5. Требуемые системы и технологии защиты информации в сетях.

Лидером области маршрутизаторов является компания Cisco. Прежде всего, следует указать, что все маршрутизаторы Cisco гибки с точки зрения аппаратной части, в них можно поставить необходимое количество оперативной и flash памяти, укомплектовать всеми необходимыми кабелями и разъемами. Мы рекомендуем использовать маршрутизаторы фирмы Cisco серии 36xx.

Серия маршрутизаторов 36xx включает в себя три модели – 6-ти модульный маршрутизатор 3660 4-х модульный маршрутизатор 3640 2-х модульный 3620. Первый выполнен на процессоре IDC Orion RISC на 255МГц, второй имеет такой же процессор на 100МГц, а Cisco 3620 выполнен на процессоре 80 МГц.

Платформа Cisco 3660 включает в себя две модели: Cisco3661 и Cisco 3662. Отличие заключается в количестве Fast Ethernet портов. В первом случае он один во втором два. Важным достоинством этой серии является возможность сочетания в одном недорогом устройстве разнообразных интерфейсов. Такой маршрутизатор удовлетворяет запросам организации, требующей ISDN BRI, асинхронные и синхронные интерфейсы.

На шасси 36xx возможно устанавливать следующие модули:

- 1 Ethernet и 2 WAN интерфейса
- 2 Ethernet и 2 WAN интерфейса
- 1 Ethernet, 1 Token Ring и 2 WAN интерфейса
- T1/ISDN PRI модуль
- 2-х портовый T1/ISDN PRI модуль
- T1/ISDN PRI CSU модуль
- 2-х портовый T1/ISDN PRI CSU модуль
- E1/ISDN PRI (B и U) модуль
- 2-х портовый E1/ISDN PRI (B и U) модуль
- 4-х портовый ISDN BRI с NT1 модуль
- 4-х портовый ISDN BRI модуль
- 8-х портовый ISDN BRI с NT1 модуль
- 8-х портовый ISDN BRI модуль
- 4-х портовый асинхронный/синхронный последовательный интерфейс
- 8-и портовый асинхронный/синхронный последовательный интерфейс
- 1 Ethernet интерфейс
- 4 Ethernet интерфейса
- 1 Fast Ethernet интерфейс
- 4-х портовый высокоскоростной-последовательный интерфейс со скоростью передачи данных до 8 Мбит

Это достаточно дорогие устройства, но их функциональные возможности окупают их стоимость.

Выбор коммутатора

Коммутатор-концентратор (Switching Hub). Коммутирующий концентратор похож на мост, он, также как и мост, строит специальную адресную таблицу, на основании которой решает, нужно передавать пришедший кадр в какой либо другой сегмент сети или нет. Но в отличие от моста объединяет более двух сегментов сети. В тоже время он делит сеть на сегменты работающие более эффективно. Удобство такого концентратора в том, что он может обрабатывать несколько потоков данных одновременно. А также он может объединять сегменты разных типов сетей, преобразовывая фреймы Ethernet в представление данных Token Ring, хотя условие прозрачности коммутатора для сетевой станции сохраняется.

К основным характеристикам сетевого коммутатора относятся:

- количество портов;

Этот параметр определяет, сколько рабочих станций или концентраторов можно одновременно подключить к коммутатору и на сколько независимых сегментов коммутатор разделяет сеть.

- емкость таблицы адресов сетевых карт (MAC-адресов);

Этот параметр определяет, сколько сетевых карт сможет обслуживать коммутатор.

- пропускная способность коммутатора;

Пропускная способность коммутатора показывает: сколько пакетов, поступающих со всех портов, он сможет обрабатывать в секунду.

- время задержки пакетов;

Время задержки зависит как от производительности коммутатора, так и от реализованного в нем принципа обработки пакетов.

Очень неплохими возможностями обладает новая серия **Catalyst 2900 XL**. Коммутаторы этой серии обеспечивают сочетание 10/100 Мбит/с технологий, гибкость модульных конструкций и простоту в использовании. Серия состоит из четырех моделей с различным количеством портов и дополнений конфигурации. Конфигурация моделей подобрана так, чтобы покрыть большой спектр требований современных сетевых технологий. Эта серия коммутаторов может быть использована для объединения рабочих групп Ethernet и FastEthernet, подключения индивидуальных пользователей и сопряжения с серверами и сетевыми магистралями по стандартам 100BaseT, ATM или Gigabit Ethernet.

Основные особенности всех моделей серии

- Модели серии **Catalyst 2900 XL** построены на шине с производительностью в 3.2 Gbps.
- Все модели имеют по 4 мегабайта буферной памяти для избежания потери пакетов.
- **Таблица MAC-адресов** рассчитана на 2048 станции.
- Все порты поддерживают полнодуплексный режим работы (режим 10/100 и Full/Half duplex определяются автоматически)
- Все модели поддерживают технологию Fast EtherChannel, которая позволяет организовать между двумя коммутаторами канал с пропускной способностью до 800 Mbps, и, кроме того, повысить отказоустойчивость этого канала (технология базируется на объединении нескольких портов в один логический канал).
- Встроенный сервер **Hypertext Transfer Protocol (HTTP)** обеспечивает удобное управление коммутаторами из любой программы для просмотра Web-страниц, например MS IE или Netscape Navigator. Кроме того, управление доступно через консольный порт, по протоколу **Telnet** или из графической среды CiscoWorks по протоколу SNMP.
- Встроенный агент **RMON** поддерживает 4 группы (History, Statistics, Alarms, Events)

Модель	Примечание
Catalyst 2908 XL	Фиксированный набор портов, 8 портов с автоопределением 10Base-T/100Base-TX
Catalyst 2916M XL	16 портов с автоопределением 10Base-T/100Base-TX, два слота для дополнительных модулей. В настоящее время доступны 4-портовые модули 10/100 Base-Tx и 2-портовые модули 100Base-Fx. Уже разрабатываются модули с портами Gigabit Ethernet и ATM. В перспективе, для обеспечения дополнительной функциональности, планируется поддержка модулями протокола Inter-Switch Link (ISL), который позволяет организовывать виртуальные сети.
Catalyst 2924 XL	Фиксированный набор портов, 24 порта с автоопределением 10Base-T/100Base-TX
Catalyst 2924C XL	Фиксированный набор портов, 22 порта с автоопределением 10Base-T/100Base-TX, 2 порта 100Base-FX (SC)

Для больших рабочих групп идеально подойдут 24-портовые модели **Catalyst 2924 XL** и **Catalyst 2924C XL** для экономичного и высокопроизводительного подключения индивидуальных рабочих станций и серверов.

Выбор концентратора

Концентраторы вместе с сетевыми адаптерами, а также кабельной системой представляют тот минимум оборудования, с помощью которого можно создать локальную сеть. Концентраторы и сетевые адаптеры позволяют строить небольшие базовые фрагменты сетей, которые затем должны объединяться друг с другом с помощью мостов, коммутаторов и маршрутизаторов.

Основная функция – это повторение кода либо на всех портах (как определено в стандарте Ethernet), либо только на некоторых портах, в соответствии с алгоритмом, определенным соответствующим стандартом. Концентратор объединяет отдельные физические сегменты сети в единую разделяемую среду, доступ к которой осуществляется в соответствии с одним из протоколов локальных сетей – Ethernet, Token Ring и т.д. В качестве концентратора можно использовать TP-1016B Ethernet Hub 10 Mbit 16-port. Это 16-портовый концентратор сети 10Mbit с возможностью подключения среды VNC или AUI.

Данная модель концентратора позволяет обнаруживать конфликты сети и предупреждает о них все устройства подключенные к сети. В случае возникновения конфликта усиливает и синхронизирует принятые сигналы. Поддерживает предварительную регенерацию, удаление и восстановление сигналов, расширение фрагментированных пакетов. Автоматически изолирует неисправные сегменты. Имеется удобная светодиодная индикация всех режимов работы:

- Power - подключение к электросети
- Link/Activity - определяет активность соединения сетевой карты и концентратора
- Collision - мигает когда несколько станций предельно нагружают сеть (данное состояние считается нормальным)
- Partition - загорается, когда обнаруживается неисправность порта.
- Jabber - мигание светодиода указывает на активное состояние сети.

Возможность подключения концентраторов в стек через порт #8/16 (Out port)

Выбор сетевых карт

По большому счету разницы между карточками разных производителей практически нет. На сегодняшний день карты могут быть NE2000 compatible (ISA шина), поддерживать шину PCI и поддерживать стандарт Fast Ethernet 10/100 Mb. Поскольку по ценам такие карты сильно не отличаются от обыкновенных 10Mb ISA карточек, то лучше приобретать карточки

10/100. Хорошо если карточки будут COMBO (т.е. поддерживать RJ-45, BNC и AUI). Чтобы избежать проблем, лучше приобрести карты известных производителей: 3COM, Acton, Compex, Allied Telesyn International, Kingston. Очень хорошо, когда вы покупаете карточки одного типа и одного производителя.

Выбор сервера

В качестве сервера необходимо использовать достаточно мощную машину, которая могла бы справляться с поступающим трафиком из сети и одновременно не уменьшала производительность этой сети. Серверы классифицируются по трем основным типам: Серверы на основе рабочих станций, специализированные серверы и суперсерверы. Серверы на основе рабочих станций – представляют собой стандартную рабочую станцию с более мощным процессором, увеличенным объемом RAM и большим дисковым пространством. Они обычно расположены в рабочей группе и обслуживают только эту рабочую группу. Такие сервера нужно подключать с использованием коммутируемого Ethernet, потому что подключение по каналу 100Мб/с не имеет смысла т.к. канал не будет полностью загружен из-за ограничений пропускной способности самого сервера. Специализированный сервер – высокопроизводительный компьютер с шинами PCI или EISA, высокопроизводительным контроллером дисков и несколькими жесткими дисками, может поддерживать скорость обработки 25-30 Мб/с с пиковой нагрузкой до 80 Мбс. Такой сервер нужно подключать по каналам Fast Ethernet. Суперсерверы – серверы специальной разработки с шиной PCI, поддерживающие несколько процессоров и дисковой подсистемой RAID. Они могут поддерживать пропускную способность более 80Мб/с. Их целесообразно подключать по каналам коммутируемого Fast Ethernet. Проведем расчет для сервера с 25000 посетителей в день.

Подсчет загрузки: 24ч.*60мин.*60сек. = 86400 секунд в сутках, если каждый посетитель берет с сервера по 10 документов (HTML+графика), то при равномерном распределении загрузки получается 3 обращения к серверу в секунду. Реальное распределение трафика, как показывает опыт, характеризуется кривой Гауса либо синусоидой, в максимумах, которой загрузка достигает 10-20 обр/с. Для нормальной работы такому серверу необходимо около 400 Мб RAM. Вторым критерием для выбора RAM является условие, согласно которому, база данных сервера должна полностью помещаться в его оперативной памяти.

Шина	ISA	PC Card	EISA	MSA	PCI
Теоретическая пропускная способность, Мб/с.	66	66	264	320	1056
*Реальная пропускная способность, Мб/с.	10-25	10-20	64	80	264

*Основывается на тестах с использованием адаптеров SCSI, IDE, VGA.

Построение структурированной кабельной системы (СКС)

Под дополнительным оборудованием кабель подразумевается: разъемы, розетки, инструмент для разделки кабеля, короба, шкафы для сетевого оборудования.

Разъемы

Для соединения кабелей с оборудованием используются вилки и розетки RJ-45, представляющие 8-контактные разъемы, похожие на обычные телефонные разъемы RJ-11.

Розетки

Может возникнуть ситуация, когда клиентское место необходимо переставить в другой угол комнаты, из-за нехватки кабеля может возникнуть ситуация, что придется перетягивать кабель по-новому. Наличие розеток позволяет решить эту проблему быстро и безболезненно.

Короба - придают эстетический вид и просто защищают кабель от случайных обрывов. При закладке кабеля в короб необходимо руководствоваться следующими принципами:

- В первую очередь, следует отделить силовой кабель от информационных. Кроме того, удобно разделить общую «плеть» проводки на несколько секций, это значительно облегчит поиск нужного кабеля.
- Необходимо чтобы конструкция короба обеспечивала минимизацию взаимных наводок между проводами. Для этого нужно использовать либо воздушный зазор, либо дополнительное экранирование за счет конструктивных элементов короба.
- Все крышки должны легко сниматься и, что очень важно, допускать многократное снятие.

На сегодняшний день на рынке существует множество вариантов коробов. От дорогих красивых, широких коробов Legrand, до моделей дешевле и проще.

Шкафы для сетевого оборудования

Стойка предназначена для монтажа электротехнического и электронного оборудования. Широко распространена модель стойки, представляющей собой шкаф с электромагнитной защитой, обеспечивающий подавление электромагнитных помех и снижающих собственное излучение, размещенного в них оборудования. Напольные и настенные шкафы имеют стандартные размеры посадочных мест - ширину 19'' и высоту от 2 U до 45 U (все устройства, предназначенные для монтажа в шкафы, выпускаются высотой кратной U=44,45 мм). Все оборудование, предназначенное для установки в данные устройства, соответствует именно этому типоразмеру. Для выбора высоты шкафа необходимо определить, какое оборудование будет в нем размещено. Для обеспечения охлаждения обычно устанавливают панель с осевыми вентиляторами. В стойке может быть предусмотрен карман для хранения папок и документов. Применение стойки позволяет объединить блоки в функционально законченный модуль. Ввести при необходимости средства управления. Использовать общее питание для блоков стойки и обеспечить заземление.

Литература:

1. <http://www.cisco.ru>
2. <http://www.iu4.bmstu.ru>
3. <http://cdl.iu4.bmstu.ru>
4. <http://www.citforum.ru>

АВТОМАТИЗАЦИИ ТРУДА ИНЖЕНЕРА ПРОЕКТА В ОБЛАСТИ СЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.

Я.В. Королев, аспирант кафедры ИУ-4
МГТУ им. Н.Э. Баумана

AUTOMATION OF A TRANSACTIONS OF THE ENGINEER OF THE PROJECT IN THE FIELD OF NETWORK TECHNOLOGIES.

Korolev J.V.
BMSTU, IU4.

Аннотация: В статье рассмотрена проблема автоматизации принятия сетевых решений для крупных корпоративных пользователей. Проанализирована ситуация, возникшая в настоящее время на телекоммуникационном рынке. Описан один из подходов решения создавшейся проблемы. Приведена одна из возможных структур системы автоматизации разработки телекоммуникационных решений.

Abstract: In the article the problem of automation of acceptance of network solutions for the large corporate users is reviewed. The situation which has arisen now in the telecommunication market is parsed. One of the approaches of the solution of the built problem is described. One of possible(probable) structures of a system of automation of mining of the telecommunication solutions is adduced.

Целью статьи является разработка подходов к автоматизации труда инженера проекта в области сетевых технологий, а также создание структуры системы автоматизации разработки телекоммуникационных решений (САТР). При этом задача сужена до удовлетворения потребностей крупных корпоративных пользователей.

В настоящее время наметилась отчетливая потребность коммерческих, государственных и административных структур в услугах телекоммуникаций. Предоставление оперативной связи, организация единых корпоративных баз данных, возможность проведения телеконференций любого состава и уровня, защищенность информации могут существенно повысить эффективность коммерческой, государственной и административной деятельности.

Предположим, что существует некоторое крупное предприятие X, которое состоит из нескольких подразделений, географически распределенных по обширной территории. Подразделения обмениваются друг с другом информацией несколькими способами:

- 1) при помощи обычной почты;
- 2) при помощи телефонов и факсов;
- 3) при помощи дискет, переносимых курьерами либо сотрудниками предприятия.

Какие проблемы при этом возникают? В случае, если подразделения находятся в разных городах, не говоря уж о странах, предприятие ежемесячно несет значительные расходы на телефонные переговоры, почтовые пересылки. Перенос дискет приводит к значительному снижению защиты от несанкционированного доступа к корпоративной информации.

Поэтому, в определенный момент руководство предприятия принимает решение создать телекоммуникационную инфраструктуру в виде единой корпоративной информационной сети. При этом принимается во внимание, что:

- подразделения будут более оперативно получать информацию;
- повысится защита от несанкционированного доступа;
- появится возможность организации многоточечных конференций;

- появится возможность высокоскоростного доступа во всемирную сеть Интернет;
- за счет интеграции в одном физическом канале цифровой телефонии с передачей данных:
 - обеспечится бесплатная телефонная связь внутри предприятия, что вызовет существенное сокращение расходов на внешнюю связь;
 - появится возможность создания единого плана нумерации и реализация таких функций, как идентификация звонящего, автоматический обратный вызов, перевод вызова и т. п.;
 - станет возможной централизация различных ресурсов (речевая почта, факсимильная почта и т. д.) и централизованное сетевое управление.

Постановка проблемы. Создание единой корпоративной сети является трудоемкой задачей, поэтому, как правило, в этом случае находится компания - сетевой интегратор, специализирующаяся на создании таких сетей. Специалисты этой компании оценивают масштаб проблемы, разрабатывают генеральную схему сети и осуществляют выбор телекоммуникационного оборудования. Далее создается непосредственно сеть и предприятие X начинает более эффективно и плодотворно работать.

На первый взгляд методика проста и ничего сложного в этом нет. Однако, как показывает опыт, результат может быть не таким радужным, как в вышеописанном случае. Например, для одной из административных региональных структур некая компания создала информационную сеть так, что уже через год стала ощущаться нехватка пропускной способности каналов связи, участились сбои в работе телекоммуникационного оборудования, а еще через полгода пришлось вкладывать дополнительные средства в полную реконструкцию всей сети. Почему это произошло? Дело в том, что решение о методике создания той или иной информационной сети в каждом конкретном случае принимается на основании большого количества внешних факторов, к которым, например, относятся:

- интенсивность внешнего информационного обмена каждого подразделения;
- требование наличия многоточечной видеоконференции между различными подразделениями;
- географическая распределенность предприятия;
- требование интеграции телефонии с информационным трафиком;
- требуемые сроки окупаемости проекта;
- географические особенности местности расположения каждого предприятия;
- существующая телекоммуникационная инфраструктура предприятия;
- требования возможности дальнейшего экономического развития сети в случае расширения предприятия;
- соотношение внутренней телефонной емкости к внешней по каждому из подразделений;
- объем междугородного трафика по каждому из подразделений, в случае если предприятие распределено по разным городам;

Легко видеть, что только очень опытный специалист может принять во внимание все эти факторы и разработать единственно правильное системное решение. Такие специалисты в зарубежных странах называются Project managers или менеджеры проекта. В России их более корректно звать инженерами проекта.

Как показывает практика для России характерна острая нехватка опытных инженеров проектов. Такое положение приводит к нескольким отрицательным последствиям. Например, стоимость услуг компании – опытного сетевого интегратора порой составляет десятки процентов от всех ассигнований в реализацию сетевого проекта. Это, в свою очередь, приводит к тому, что только ограниченное количество крупных предприятий может позволить себе внедрить качественное и оптимальное телекоммуникационное решение. Естественно, возникает вопрос о допустимости такого положения. Одним из выходов является автоматизация труда специалистов, принимающих системные сетевые решения.

Способы решения. Процесс принятия решения в сфере сетевых технологий является сложным и зависящим от многих факторов. К таким факторам относятся:

- начальные исходные данные;
- фактор географии;
- опыт принятия аналогичных решений в прошлом;
- тенденции в направлении развития сетевых технологий;
- тенденции в направлении развития непосредственно предприятия.

Первый фактор влияет в первую очередь на выполнение требований предъявляемых предприятием к создаваемой сети. К нему относятся исходные данные, пример которых был указан выше.

Второй фактор является одним из самых значимых, так как накладывает существенные ограничения на множество допустимых сетевых решений. Например, если подразделения находятся в разных городах, способ их взаимосвязи (оптоволокно, спутник, Интернет) сильно скажется на выборе магистрального сетевого оборудования, а также на стоимости сетевого проекта в целом.

Опыт принятия аналогичных решений в прошлом – это сугубо индивидуальный фактор присущий тому или иному инженеру. Те решения, которые хороши в теории, не всегда подходят на практике и опытный специалист может избежать этих ошибок.

Телекоммуникационная технология в настоящее время стремительно развивается и те решения, которые сегодня являются передовыми, завтра могут стать тормозящим фактором в работе предприятия. Кроме этого, решение, являющееся оптимальным для предприятия сегодня, через год может не удовлетворять потребностям в телекоммуникациях и на половину. Поэтому, остальные два фактора важны при разработке решения, способного к масштабированию в дальнейшем.

Все вышеизложенное говорит о многогранности проблемы и существенной сложности процесса автоматизации за счет присутствия фактора творчества в принятии решения. Одним из вариантов выхода из сложившегося положения является применение метода экспертных оценок и генерации решений при создании САРТР. Рассмотрим метод автоматизации труда инженера проекта в области сетевых технологий на примере одной из возможных структур САРТР.

Структура системы автоматизированной разработки телекоммуникационных решений

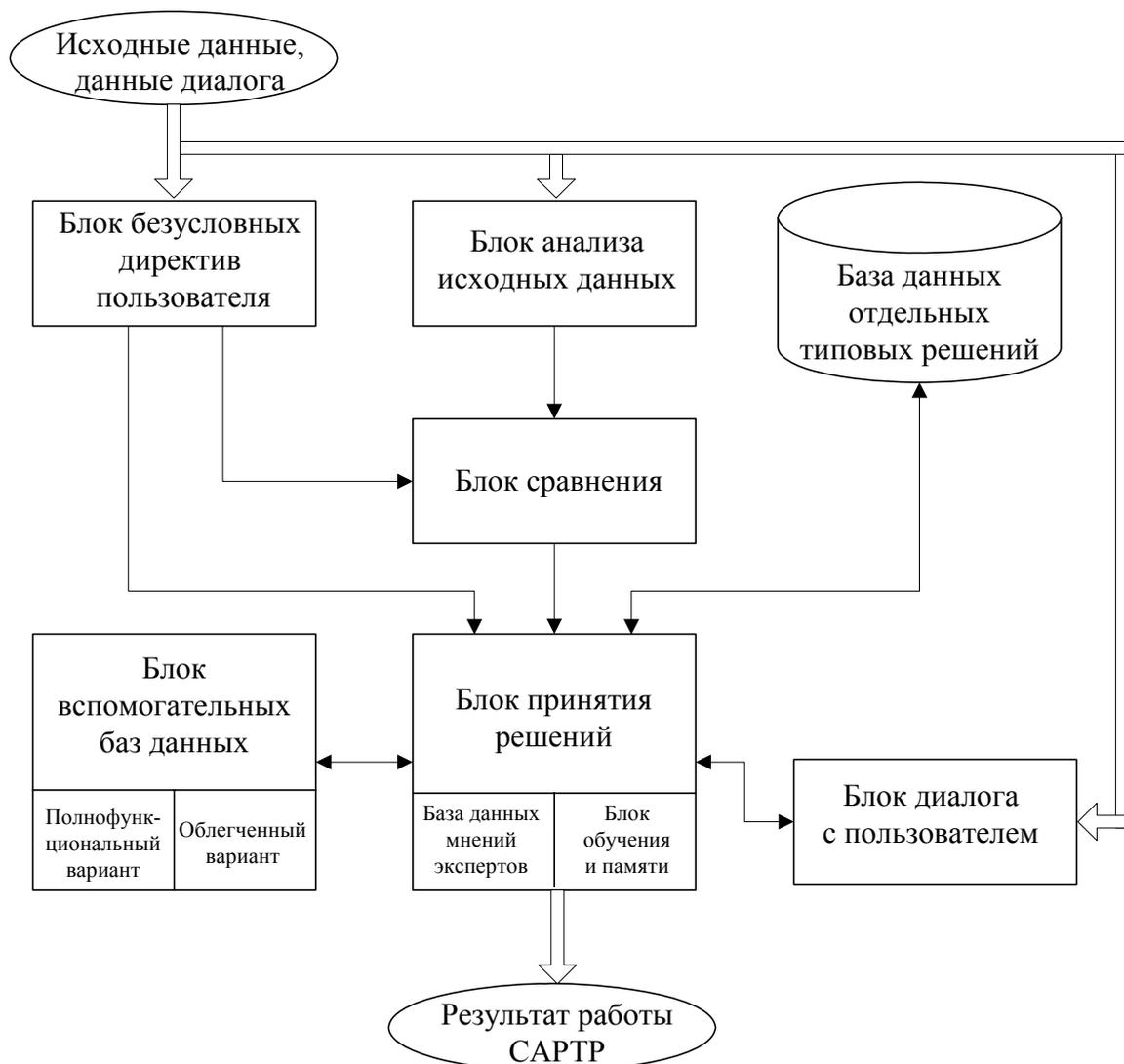


Рис.1.

Структура САПР. Условно структуру САПР можно представить состоящей из следующих блоков (рис. 1):

- блока принятия решений;
- блока анализа исходных данных;
- базы данных отдельных типовых решений;
- блока обучения или запоминания;
- блока сравнения исходных данных с существующими типовыми решениями;
- блока безусловных директив пользователя;
- блока диалога с пользователем;
- блока вспомогательных баз данных;

В этом случае работа отдельных блоков системы может быть описана следующим образом:

Блок анализа исходных данных. В данном блоке происходит первичная сортировка входной информации и происходит выделение характерных параметров задачи или базовых критериев сравнения. Эти параметры могут отражать ранее перечисленные факторы, влияющие на принятие решения. То-есть, общая задача

разбивается на совокупность подзадач решение которых должно быть одновременным и не противоречащим друг другу.

База данных типовых решений. Этот блок содержит множества типовых решений или действий в каждом конкретном случае. Условно он может быть представлен большой таблицей, в которой собраны исходные данные ранее реализованных телекоммуникационных проектов, а также рекомендации экспертов по решению той или иной задачи.

Блок безусловных директив пользователя. Данный блок предназначен для задания так называемых блокирующих установок. Например, существует некая задача построения крупной телекоммуникационной сети предприятия X. Есть уже ранее наработанное решение аналогичной проблемы. Однако, также существуют особые обстоятельства, не позволяющие один к одному перенести готовое решение на поставленную задачу. В этом случае требуются особые директивы от пользователя, призванные игнорировать некоторые базовые критерии сравнения, выработанные в блоке анализа исходных данных.

Блок сравнения. Эта часть САПР предназначена для сравнения исходных данных и существующих типовых решений по базовым критериям. Данный блок использует информацию описанных ранее блоков и производит сравнение. Условно этот процесс можно представить в виде поэтапного построения дерева с постепенным смещением к его вершине и отбрасыванием не удовлетворяющих условиям ветвей. В результате такого процесса будет найден так называемый технологический каркас или сетевая концепция будущего решения. Стоит отметить, что вышеописанная процедура может быть неоднозначной, то-есть вариантов может быть несколько.

Блок диалога с пользователем. Этот блок предназначен для взаимодействия с пользователем в случае возникновения, так называемых нештатных ситуаций. Они появляются в случае возникновения неоднозначности на выходе блока сравнения (см. выше). В этом случае система запрашивает дополнительную информацию в режиме диалога.

Блок вспомогательных баз данных. Данный блок содержит информацию по сетевому оборудованию и его параметрам. Он может функционировать по двум сценариям: облегченному и полнофункциональному. В первом случае на выходе САПР конечное сетевое решение будет наполнено базовыми комплектами телекоммуникационного оборудования (базовый коммутатор на 24 порта Fast Ethernet и одним портом на STM1, базовый маршрутизатор с требуемыми параметрами, базовая УПАТС и т.д.). То-есть, будет отсутствовать привязка к конкретному производителю оборудования. В полнофункциональном варианте, напротив, решение на выходе САПР будет наполнено комплектами сетевого оборудования конкретных производителей. При этом будет использоваться информация из базы данных, содержащей различные характеристики того или иного оборудования, такие как:

- стоимость;
- надежность;
- гарантия поставщика;
- функциональность;
- возможность расширения;
- и т.д.

Также будут использоваться экспертные оценки качества того или иного оборудования, сведенные в несколько таблиц базы данных.

При этом нельзя недооценивать такой фактор как индивидуальные предпочтения пользователя САПР. То-есть, у пользователя должна быть возможность через блок

безусловных директив жестко задавать того или иного производителя на отдельное или все сетевое оборудование телекоммуникационного проекта.

Блок принятия решений. Этот блок является ядром САПР и вырабатывает конечные решения. Он получает входную информацию из блока сравнения, блока диалога с пользователем, блока безусловных директив и блока вспомогательных баз данных. В его задачу входит выбор конечного решения в случае неоднозначности входных данных из блока сравнения, выбор оборудования, наполняющего сетевое решение, взаимодействие с пользователем в режиме диалога и выдачу результатов. Однако, главным его предназначением является генерация сетевого решения, в случае если блок сравнения выдает отрицательный результат. При таком развитии событий подключается внутриблоковая база данных, содержащая, так называемые мнения экспертов о поведении в особых ситуациях. Условно эта информация может быть представлена в виде набора оценок о степени важности того или иного базового критерия, а также набора оценок целесообразности того или иного решения. Далее генерируются несколько подходов к решению проблемы и либо автоматически, либо в режиме диалога с пользователем создается технологический каркас будущего сетевого решения. Процесс такой генерации условно можно представить в виде расчета некой формулы с полученными ранее оценками. После этого происходит сравнение результата такого расчета с результатами типовых решений, хранящимися в одноименном блоке, а также производится оценка степени сходности базовых критериев. Наиболее близкое типовое решение в режиме диалога с пользователем доводится до конечного результата путем варьирования базовыми параметрами. После этой процедуры решение запоминается в подблоке обучения и запоминания, откуда далее записывается в базу данных отдельных типовых решений.

Заключение. В настоящее время нарабатываются материалы и изучаются подходы к созданию алгоритмического наполнения САПР по вышеописанной структуре. Они будут положены в основу кандидатской диссертации, призванной алгоритмически показать способы функционирования и взаимодействия вышеописанных блоков САПР.

Литература

1. В. Г. Олифер, Н. А. Олифер Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы – Издательство: Питер; 1999. -672 с., ил.
2. Максим Кульгин Технологии корпоративных сетей – Издательство: Питер; Серия: Энциклопедия («Питер»); 1999 г. – 704 с., ил.
3. М. Спортак, Ф. Паппас, Э. Рензинг Компьютерные сети. Книга 1. Всеобъемлющее руководство по устройству, работе и проектированию. Энциклопедия пользователя – Издательство: ДиаСофт; Серия: Энциклопедия пользователя («ДиаСофт») 432 стр., 1998 г.
4. В. К. Щербо Стандарты вычислительных сетей. Взаимосвязи сетей. Справочник – Издательство: Кудиц - Образ, 272 стр., 2000 г.
5. Peter Jackson Introduction to Expert Systems (International Computer Science Series) - Addison-Wesley Pub Co, 500 pages, 3rd edition, (January 1999)
6. Joseph Giarratano, Gary Riley Expert systems: Principles and Programming - Brooks/Cole Pub Co, 624 pages, 3rd edition, (February 9, 1998)

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ПЕРСЕПТРОНОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ В ЧИСЛЕННЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЯХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ.

Е.Д. Федорков Е.А.Гнчаров
ВГУ.

ABOUT POSSIBILITIES OF USING MULTILAYER PERSEPTRON FOR OBTAINING ANALYTICAL RELATIONS IN NUMERICAL SEQUENCES OF EXPERIMENTAL DATA.

Аннотация. Рассматриваются возможности и проблемы применения многослойных искусственных нейросетей для решения задачи аппроксимации численных экспериментальных данных, полученных в результате опыта, при построении математической модели исследуемого объекта.

Abstract. Is esteemed capabilities and problems of application of multilayer simulated neuron networks for the solution of a problem of approximating of numerical experimental data obtained as a result of experience, at construction of mathematical model of investigated object.

Свойство нейросетей обобщать данные. В процессе контролируемого обучения синаптические веса нейросети настраиваются так, чтобы она аппроксимировала выходные данные хранящиеся в предъявляемых ей тренировочных шаблонах. В конце процесса обучения сеть запоминает все тренировочные данные, то есть правильно реагирует на тестовые входы. Однако кроме способности помнить, сеть обладает свойством обобщать тренировочные данные.

Используемый здесь термин обобщение заимствован из психологии, и при обучении нейросети обозначает явление, когда осуществляемое ею преобразование вход-выход верно как для тренировочных данных, так и для тестовых данных, не использовавшихся при тренировке. Обобщение возникает в нейросети как следствие хорошей нелинейной интерполяции входных данных, главным образом благодаря непрерывности и гладкости активационной функции самих нейронов.

На рис. 1 проиллюстрировано свойство обобщения для трехслойного перцептрона с одним входом и одним выходом. Кривая, изображенная на рисунке, отображает нелинейное преобразование осуществляемое нейросетью. Точки, обозначенные как

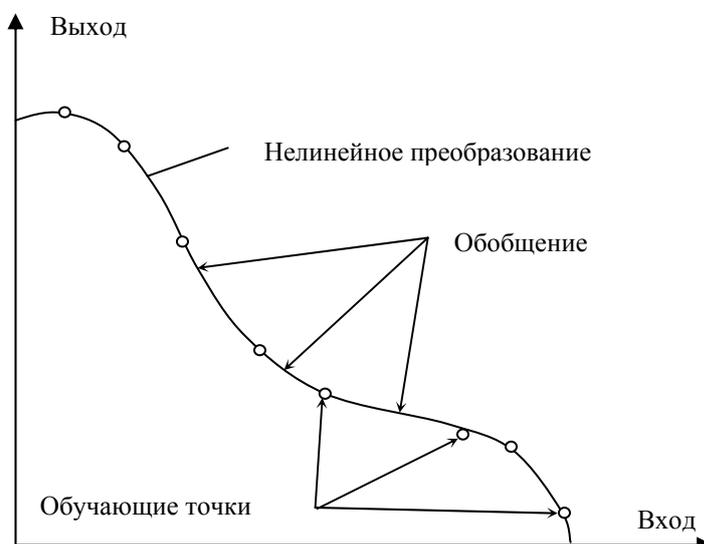


Рис. 1. Явление обобщения в нейронной сети

“тренировочные данные”, использовались при обучении нейросети, остальные точки, помеченные “обобщение”, получены как результат интерполяции, проводимой сетью. Нейросеть не всегда может обобщать данные.

На рис. 2 изображено преобразование, осуществляемое нейросетью, обученной на том же тренировочном наборе. Видно, что в этом случае сеть не может

корректно интерполировать входные данные между тренировочными. Это объясняется тем, что НС была перетренирована, то есть она запомнила тренировочные данные как таблицу и выдает корректные данные лишь при точном указании “адреса” в ней.

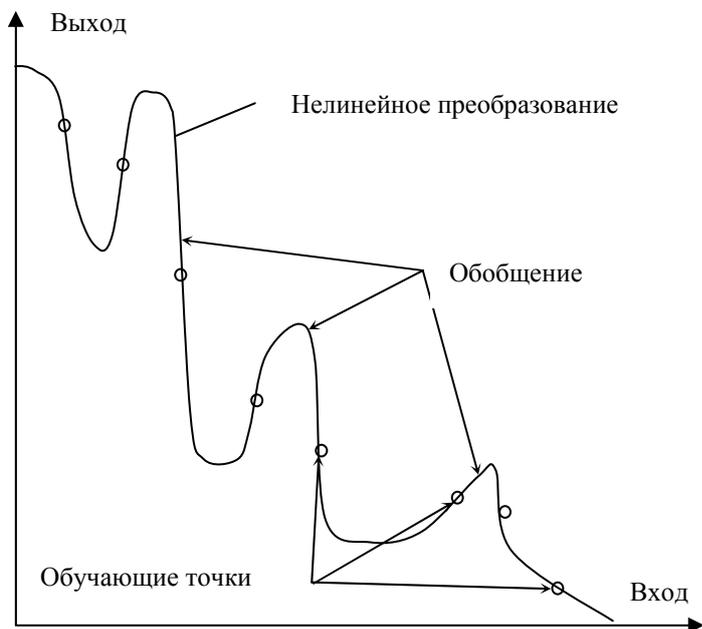


Рис. 2. Низкий уровень обобщения в обученной нейронной сети

При низком уровне обобщения преобразование, осуществляемое нейросетью, недостаточно гладко. Гладкость преобразования в нейросетью непосредственно связано с критерием выбора модели исследуемых данных, то есть с необходимостью выбрать простейшую модель в условиях отсутствия априорной информации. В данном случае под простейшей подразумевается наиболее гладкая

функция, наилучшим образом аппроксимирующая рассматриваемое преобразование. Требование гладкости обеспечивает хорошие интерполяционные свойства нейросети и гарантирует ей минимальную сложность структуры. Последний показатель прямо влияет на объем вычислений, выполняемых при обучении.

Можно выделить два необходимых, но не достаточных условия существования обобщения в нейросети.

Первое — это гладкость того нелинейного преобразования, которое сеть должна запомнить. То есть небольшим приращениям входных сигналов должны соответствовать небольшие приращения выходных. Это условие не всегда выполняется, особенно если тренировочные данные получены в ходе реальных экспериментов и содержат большое количество помех.

Вторым условием является достаточная репрезентативность тренировочного набора данных. Обычно задача, решаемая с помощью НС, содержит объем данных намного превышающий вычислительные возможности компьютеров, поэтому для ее обучения используется только некоторая тренировочная выборка. Отбор данных в тренировочный набор необходимо проводить так, чтобы, с одной стороны, его можно было обрабатывать за приемлемое время, а с другой стороны, он был достаточно большим и полно описывал исходную задачу.

Подходя упрощенно, можно классифицировать проводимое НС обобщение, как интерполяцию или экстраполяцию в зависимости от того, как во входном пространстве расположены тестовые данные относительно запомненных ею тренировочных шаблонов. Учитывая, что интерполяция, выполняется проще и точнее, чем экстраполяция, можно утверждать, что нейросеть тем лучше обобщает, чем плотнее и равномернее расположены тренировочные данные во входном пространстве. Если тестовые данные всегда будут оказываться между близко расположенными тренировочными шаблонами, то сеть сможет проводить корректное обобщения, интерполируя, а не экстраполируя, входные данные.

При выполнении прочих условий огромное влияние на качество обобщения, проводимого нейросетью, оказывает сам процесс обучения. Первая из существующих угроз потери обобщения — это возможность недообучить нейросеть, прекратив обучение сразу после достижения приемлемой ошибки на тренировочном наборе. В этом случае в сети могут остаться нейроны, не задействованные в запоминании тренировочных данных, и их вклад в преобразование, осуществляемое сетью, может мешать правильной интерполяции. Вторая угроза — риск переобучить нейросеть. Имеется в виду, что каждый нейрон перетренированной сети настроен так, чтобы максимально точно соответствовать всем шаблонам, предъявлявшимся в ходе тренировки. В результате этого действие активационных функций нейронов становится локальным, интерполяция по ним становится невозможна. Фактически, переобучения нейросети превращается (как на рис. 2) в таблицу.

Выходом в данной ситуации является постоянный контроль по ходу процесса обучения за способностью нейросети обобщать. Для этого можно использовать расширенный набор тестовых данных, содержащий помимо тренировочных еще и близкие к ним дополнительные шаблоны.

Свойство нейросетей проводить универсальную аппроксимацию. Это свойство нейросетей представлено в виде теоремы универсальной аппроксимации, которая в сокращенной форме гласит: многослойный перцептрон может аппроксимировать непрерывную функцию любого типа. Данная теорема является обобщением теоремы об аппроксимации конечными рядами Фурье. При этом можно доказать, что активационной функцией для нейронов сети может быть любая непрерывная непостоянная функция.

Теорема универсальной аппроксимации является теоремой существования, она определяет необходимые, но не достаточные условия аппроксимации произвольной непрерывной функции. Существуют доказательства этой теоремы для случая многослойного перцептрона и других типов нейросетей. Но из них нельзя вывести утверждение оптимальности того или иного типа НС. Теорема универсальной аппроксимации не дает также рекомендаций по выбору размера скрытого слоя. Поэтому вопрос о типе и размере НС должен решаться в каждом конкретном случае опытным путем.

О выборе объема скрытого слоя многослойной нейросети, используемой для аппроксимации. В работе [1] была рассмотрена трехслойная прямонаправленная искусственная нейронная сеть с сигмоидальной активационной функцией нейронов скрытого слоя. Для нее было показано, что в случае решения задачи аппроксимации любой непрерывной функции, среднеквадратичная интегральная ошибка между функцией и ее аппроксимацией, ограничен величиной:

$$\left(\frac{1}{h}\right) + \left(\frac{hg}{N} \log N\right)_{(1)}$$

где h — размер скрытого слоя сети, g — количество входных нейронов, N — количество тренировочных шаблонов.

Среднеквадратичная интегральная ошибка между функцией и ее аппроксимацией является оценкой возможности нейросети обобщать новые данные. Ограничение (1) показывает, что существуют два противоречивых условия, определяющие выбор размера скрытого слоя сети h :

- точность наилучшей аппроксимации (по данным из тренировочного набора), которая в соответствии с теоремой универсальной аппроксимации требует достаточно большого количества скрытых нейронов h ;
- точность эмпирической аппроксимации (по данным не вошедшим в тренировочный набор), которая требует, чтобы отношение размера скрытого слоя к размеру тренировочного набора h/N было достаточно мало.

Отсюда следует, что для многослойной нейросети достижение определенной точности аппроксимации не требует экспоненциального увеличения размера тренировочного набора данных. Другим важным выводом является то, что для больших N ошибка

оценивания нейросети ε имеет порядок $\frac{hg}{N}$, а значит для достаточного уровня обобщения размер тренировочного набора данных должен быть

$$N > \frac{hg}{\varepsilon}.$$

То есть необходимая величина N прямо пропорциональна общему количеству настроечных параметров сети.

В [1] показано также, что скорость сходимости среднеквадратичной интегральной ошибки между функцией и ее аппроксимацией для нейронной выражается функцией размера тренировочного набора данных порядка. В то же время в случае аппроксимации традиционными гладкими функциями, с ограниченными производными порядка $s > 0$, скорость сходимости имеет порядок

$$\left(\frac{1}{N} \right)^{\frac{2s}{2s+g}}.$$

Зависимость скорости обучения от размерности входного пространства g представляет собой «проклятие размерности», ограничивающее применимость традиционных гладких функций, в то же время многослойные перцептроны не страдают этим недостатком. Это является еще одним важным свойством искусственных нейронных сетей.

Литература

1. Haykin S. Neural Networks. A comprehensive foundation. — New York, NY: Macmillan, 1994. — 696 p.

ВЕРОЯТНОСТНЫЙ АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ.

Садофьев С.Н.

Научный руководитель: профессор кафедры ИУ4 Чеканов А.Н.

Московский Государственный Технический Университет имени Баумана, Москва, Россия.

PROBABILITY CALCULATIONS AND OPTIMIZATION OF BEARING STRUCTURES.

S. N. Sadofiev.

Scientific supervisor: Professor A. N. Chekanov (chair IU4).

Moscow State University of Technology named after Bauman, Moscow, Russia.

Аннотация. В работе представлен метод автоматизированного выбора несущих элементов силовой конструкции, позволяющий наиболее эффективно распределить допустимую массу системы между элементами с учётом персональной ответственности каждого элемента за общую вероятность безотказной работы.

Abstract. The paper presents the method of automatic selection of power structure bearing elements allowing to efficiently distribute acceptable mass of the system among the elements, taking into account the responsibility of each element for general reliability of operation.

Введение.

Повышение требований к совершенству разработок и темпам внедрения современной техники делают весьма актуальной проблему автоматизации процессов создания сложных механических объектов, в частности несущих конструкций (НК) электронно-вычислительной и радиоэлектронной аппаратуры, работающей в условиях интенсивных механических нагрузок при ограничении массы изделия.

Введение вероятностных мер позволяет применить единый методический подход к решению различных задач, возникающих при проектировании НК, связанных с оценками: вероятности безотказной работы (ВБР) конструктивных элементов; проектированием несущих элементов при определенной системе ограничений, например, допускаемых напряжений; перемещении характерных точек НК, диапазона собственных частот и других переменных проектирования.

В МГТУ им. Баумана в течении ряда лет проводятся исследования проблемы оптимизации НК электронной аппаратуры и осуществляется разработка методов, позволяющих уже на ранних этапах конструирования создания изделия, удовлетворяющих требованиям минимизации материалоемкости при обеспечении заданных показателей надёжности в условиях действия статически и длительных динамических нагрузок.

В предлагаемом мною докладе излагается теоретические основы решения задач вероятностной оптимизации НК посредством распределения ресурсов, а именно, определение оптимальных параметров НК при ограничении её массы и минимизации массы конструкции при заданном уровне её безотказной работы.

Основные условия вероятностной оптимизации несущей конструкции.

В большинстве практических задач конструирования НК требуется оптимизировать систему несущих элементов, при определённых в техническом задании ограничениях.

Сложность поставленной задачи возрастает по той причине, что массы, габариты и ВБР составляющих конструкцию элементов различны.

В качестве функции затрат принимается зависимость массы НК от площадей поперечных сечений конструктивных элементов, которые и являются переменными проектирования. Однако функция затрат может быть и другой, например оценивающей трудоёмкость или капиталовложения, что не отражается на общности поставленной задачи.

Функция затрат в данном случае представлена в виде:

$$M_{\text{доп}} = \sum_{i=1}^k \rho_i L_i F_i,$$

где ρ_i - удельная плотность материала;

L_i - длина i -го элемента;

F_i - площадь поперечного сечения элемента.

При этом длина элемента L_i не рассматривается как переменная проектирования. Форма поперечного сечения принимается изменяющейся эквидистантно во всём процессе оптимизации.

Задача оптимизации – это целенаправленное изменение массово-жесткостных характеристик НК, находящихся под действием внешних нагрузок, при индивидуальной ответственности каждого элемента НК за общую ВБР.

С учётом выше сказанного рассмотрим более широкую трактовку вопроса оптимизации НК, а именно:

- распределение допустимой массы $M_{\text{доп}} > M_0$ при условии обеспечения ВБР НК $P_{\text{нк опт}} \rightarrow P_{\text{max}}$;

- оптимальное распределение начальной массы стартового варианта между элементами НК $M_{\text{доп}} \geq M_0$ при $P_{\text{нк опт}} \rightarrow P_{\text{max}}$;

- снижение массы стартового варианта до уровня $M_{\text{опт}} < M_0$ при выполнении ограничения вида $P_{\text{нк опт}} = P_{\text{норм}}$ – нормативное значение ВБР НК.

В этих рассуждениях подразумевалось, что

$$M_0 = \sum_{j=1}^w m_{oj} \quad \text{- масса НК в стартовом варианте.}$$

и начальная ВБР системы:

$$P_0 = \prod_{j=1}^w (1 - q_j)$$

Масса системы после оптимизации может быть представлена:

$$M_{\text{опт}} = \sum_{j=1}^w k_j m_{oj} = \sum_{j=1}^w m_{j\text{опт}},$$

где $m_{j\text{опт}}$ – масса j -го несущего элемента в оптимизированном варианте НК, а k_j – коэффициент перераспределения масс.

По существу первые два условия представляют одну и ту же постановку задачи, то есть максимизации ВБР конструкции при заданных ограничениях на затрату любого вида (прямая задача). В то время как третье условие отождествляется с минимизацией ресурсов, в виде массы, при заданных ограничениях на уровень безотказной работы оптимизированной системы (обратная задача).

Определение оптимальных параметров несущей конструкции при ограничении её массы.

Разрешение поставленной задачи оптимизации НК проводится из условия того, что за распределяемые ресурсы принимаются массовые характеристики входящие в состав

элементов НК, либо общая величина массы, отпущенная на данное изделия $M_{\text{доп}}$. Методика разрешения задач в обоих случаях будет совершенно одинаковой. Пусть рассматривается вопрос перераспределения ресурса, сводящийся к тому, чтобы сделать $P_{\text{нк опт}} \rightarrow P_{\text{макс}}$ при ограничении $M_{\text{опт}} \leq M_{\text{доп}}$.

Для отыскания коэффициентов перераспределения масс k_1, k_2, \dots, k_j , удовлетворяющих нашим условиям задачи, применяется безусловная максимизирующая функция Лагранжа:

$$L(x_j; \lambda_k) = F(x_j) + \sum_{k=1}^p \lambda_k \beta_k(x_j)$$

Из которой получаем выражение определения k_j для всех элементов, входящих в состав НК в виде:

$$k_j = \ln\left(\frac{y_0 + a_j}{a_j}\right) \left(\ln \frac{1}{q_j}\right)^{-1} \quad (1) \quad , \text{где} \quad a_j = \frac{m_j}{\ln \frac{1}{q_j}} \quad (2)$$

При этом в k_j входит неизвестное значение y_0 , содержащее неопределённый множитель Лагранжа λ .

Для определения неизвестного значения y_0 можно, не вычисляя λ , разрешить трансцендентное уравнение:

$$\sum_{j=1}^w a_j \ln(a_j + y_0) = M_{\text{доп}} + \sum_{j=1}^w a_j \ln a_j$$

из которого находится y_0 , например численными методами. Первое приближение $y_0^{(1)}$ с учётом обозначения:

$$B = M_{\text{доп}} + \sum_{j=1}^w a_j \ln a_j \quad (3)$$

определяет вычисляемую правую часть трансцендентного уравнения, которую можно представить в виде:

$$y_0^{(1)} = \exp \frac{B}{\sum_{j=1}^w a_j} \quad (4)$$

Полученное значение y_0 позволяет найти ряд значений коэффициентов перераспределения масс конструктивных элементов k_1, k_2, \dots, k_j , дающих оптимальное значение ВБР всей НК при заданных ограничениях массы $M_{\text{доп}}$.

При этом в зависимости от значения k_j возможны следующие действия:

- $k_j > 1$ - увеличение массы.
- $k_j = 0$ - масса не изменяется.
- $k_j < 1$ - уменьшение массы.

Минимизация массы конструкции при заданном уровне её безотказной работы.

Аналогичным способом можно разрешить и двойственную задачу оптимизации многоэлементной конструкции исходя из условия, что уровень ВБР задан в виде $P_{\text{опт}} = P_{\text{доп}}$, а масса оптимизированной конструкции должна быть минимальной:

$$M_{\text{опп}} = \sum_{j=1}^w k_j m_{oj} \rightarrow \min \quad (5)$$

Таким образом приведённая выше функция (5) – функция цели, $P_{\text{опт}} = P_{\text{доп}}$ - функция ограничения. Представляем функцию ограничений в виде:

$$P_{\text{дон}} = \prod_{j=1}^w (1 - q_j^{k_j}),$$

где $\{k_j\} = k_1, k_2, \dots, k_w$ являются точками пространства, которому принадлежит экстремум, доставляющий минимальное значение функции:

$$M_{\text{онм}} = \sum_{j=1}^w k_j m_j \quad (6)$$

Выражение для коэффициентов вариации массы (1), в котором y_0 можно найти из приближения:

$$y_0^{(1)} = P_{\text{дон}} \sum_{j=1}^w a_j (1 - P_{\text{дон}})^{-1},$$

где a_j рассчитывается из (2). Правильность проведенных расчётов проверяется вычислением:

$$P_{\text{онм}} = y_0^w \left\{ \prod_{j=1}^w (y_0 + a_j) \right\}^{-1}$$

При этом должно быть $P_{\text{опт}} \cong P_{\text{доп}}$.

Изложенные выше теоретические предпосылки являются исходными при оптимизации НК, подвергающихся действию статически приложенных и импульсных нагрузок однократного действия.

Пример.

Пример относится ко второму типу задач оптимизации, а сама конструкция относится к разряду статистически определимым (рис 1).

Постановка задачи: произвести оптимизацию НК установки вертикального пуска (УВП) ССЛ (Concentric Canister Launcher) ВМС США с транспортно-пусковыми контейнерами (ТПК) – модуль АА (3). НК состоит из трёх отсеков, смотри рис. 1.

УВП имеет следующие техническими характеристиками:

- а) Масса снаряжённой УВП 49,2 тонн.
- б) УВП несёт 20 ракет “Томахок” общая масса которых 26 тонн.
- в) Пусковая установка имеет массу 23,2 тонны.
- г) Габариты УВП: высота $h=8.28$ м, длина $a=4.31$ м, ширина $b=3.76$ м.
- д) Длины отсеков УВП: $L_1=2.64$ м, $L_2=3$ м, $L_3=2.64$ м.
- е) Для обеспечения нормального функционирования электронного оборудования пусковой установки, величины ударных перегрузок не должны превосходить 15g в первой части, 10g во второй и 5g в третьей.
- ж) Длительность действия нагрузок составляет 60 мсек.
- з) Нагрузка на материалы каркаса не должны превышать допустимого напряжения $[\sigma]=1266$ кг/см².
- и) Удельная плотность материала $\rho=7.8$ кг/см³.

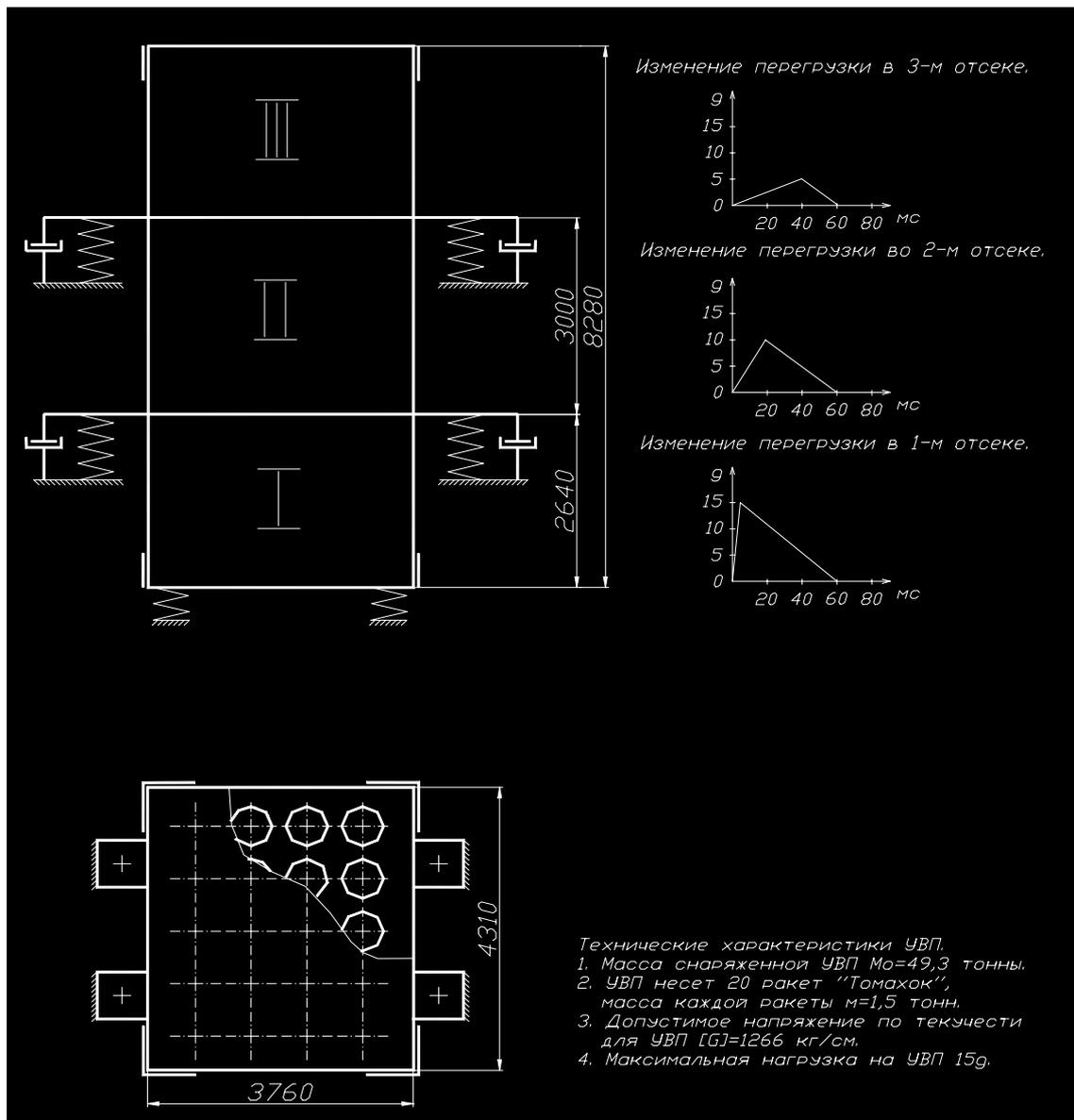


Рис.1. Схема конструкции УВП.

Задача определения внутренних сил является статически определимая. Анализ НК УВП начинаем с определения растягивающих усилий N_i , площадей сечений элементов F_i и масс отсеков $m_{икрит}$ НК УВП по следующим формулам:

$$N_i = G \cdot g_i \quad F_i = \frac{N_i}{[\sigma]} \quad m_i = F_i L_i \rho,$$

где G – масса снаряжённой УВП, $[\sigma]$ – критическая нагрузка на корпусные материалы УВП, g_i – величины ударных перегрузок, L_i - длины отсеков НК, соответственно равные 2.64; 3.00 и 2.64 метрам. Результаты расчётов приведены в таблице 1.

Таблица 1.

i	N _i ,H	F _i ,CM ²	m _{крит} ,КГ
1	7,38*10 ⁵	582,938	1200
2	4,92*10 ⁵	388,626	909,4
3	2,46*10 ⁵	194,313	372,8
Всего	-	-	2482.2

Проведём анализ оптимизации НК УВП при одном из возможных вариантов распределения масс, с дальнейшим расчётом сечений элементов F_i, действующих напряжений σ_i, коэффициентов запаса прочности η_i, гауссовских уровней надёжности Z_i, а также ВБР P_i и отказов q_i стартового варианта. Где η_i, Z_i рассчитываются по формулам:

$$\eta_i = \frac{[\sigma]}{\sigma_i} \quad Z_i = \frac{[\sigma] - \sigma_i}{\sqrt{S_{[\sigma]}^2 - S_{\sigma_i}^2}},$$

а S_[σ] и S_{σ_i} равны:

$$S_{[\sigma]} = 0.07[\sigma] \quad S_{\sigma_i} = \frac{\sigma_i}{40}$$

С учётом выше сказанного заполним таблицу 2 стартового варианта.

Таблица 2.

i	m _i ,КГ	F _i ,CM ²	N _i ,H	σ _i ,КГ/CM ²	η _i	Z _i	P _i	q _i
1	1300	631,31	7,38*10 ⁵	1168,8	1,08	1,0398	0,85064	0,1493
2	1000	427,35	4,92*10 ⁵	1151,2	1,09	1,2312	0,89076	0,1092
3	450	218,53	2,46*10 ⁵	1125,6	1,12	1,5089	0,94098	0,0659
Всего	2750	-	-	-	-	-	0.707	-

Поскольку мы рассматриваем вариант относящийся ко второму типу задач, то есть задач минимизации массы конструкции при заданном уровне её безотказной работы, задаём значение P_{дон}=0.75 и решаем её по выше изложенной методике. Значения полученных расчётов приведены в таблице 3.

Таблица 3.

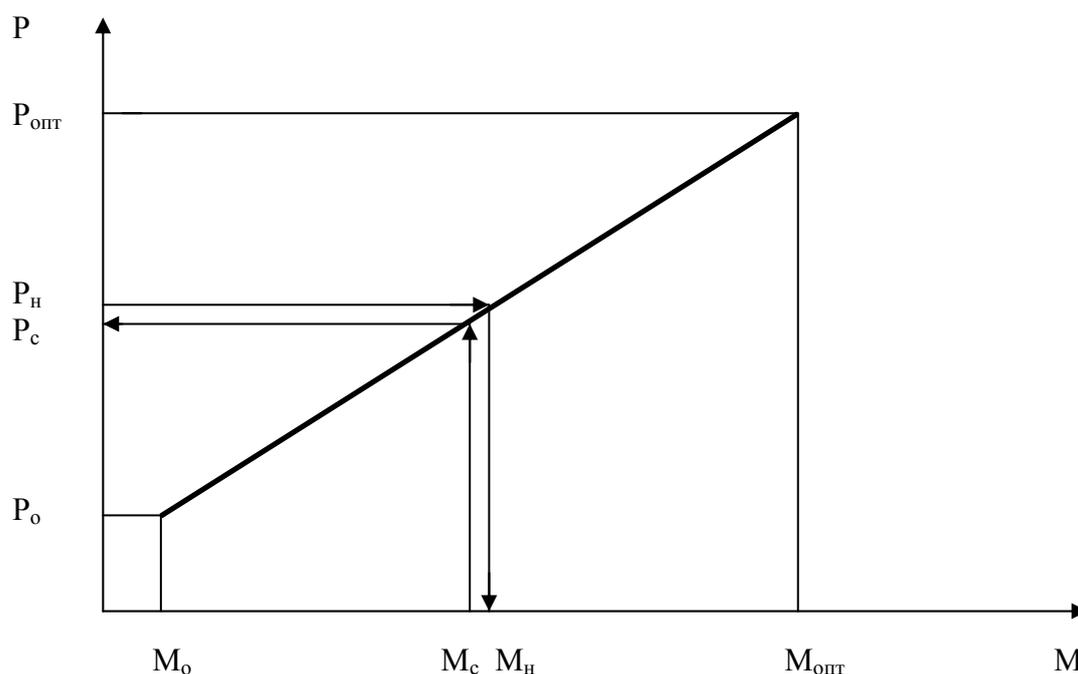
i	a _i	K _i	m _{ionm} ,КГ
1	683,705	1,0009	1301,36
2	451,615	1,0233	1023,36
3	165,465	1,1777	529,83
Всего	-	-	2854.55

Далее аналогично стартовому варианту рассчитаем для значений m_{ionm} сечения элементов F_{ionm}, действующие нагрузки σ_{ionm}, коэффициенты запаса прочности η_{ionm}, гауссовские уровни надёжности Z_{ionm}, а также ВБР P_{ionm} и отказов q_{ionm}. Значения которых приведены в таблице 4.

Таблица 4.

i	$m_{i\text{опт}}, \text{кг}$	$F_{i\text{опт}}, \text{см}^2$	$N_{i\text{опт}}, \text{Н}$	$\sigma_{i\text{опт}}, \text{кг/см}^2$	$\eta_{i\text{опт}}$	$Z_{i\text{опт}}$	$P_{i\text{опт}}$	$q_{i\text{опт}}$
1	1301,36	631,92	$7,38 \cdot 10^5$	1167,85	1,084	1,0518	0,8533	0,1467
2	1023,36	437,33	$4,92 \cdot 10^5$	1124,992	1,125	1,5166	0,93516	0,06484
3	529,83	257,3	$2,46 \cdot 10^5$	956,076	1,324	3,3766	0,999619	0,000381
Всего	2854,55	-	-	-	-	-	0.797	-

Но поскольку расчёты по оптимизации проводились с учётом первого приближения y_0 выбираем среднее значение массы M_c НК между M_0 и $M_{\text{опт}}$, для которой по рис. 2 определяем ВБР.

Рис 2. Графическое представление зависимости ВБР P от массы M НК.

Далее, подбираем стандартные элементы с учётом M_c и производим расчёт конечной НК (возможно несколько вариантов конечной НК). Значения параметров конечной НК приведены в таблице 5.

Таблица 5.

i	$F_{i\text{кон}}, \text{см}^2$	$m_{i\text{кон}}, \text{кг}$	$N_i, \text{Н}$	$\sigma_{i\text{кон}}, \text{кг/см}^2$	$\eta_{i\text{кон}}$	$Z_{i\text{кон}}$	$P_{i\text{кон}}$	$q_{i\text{кон}}$
1	625,6	1288,2	$7,38 \cdot 10^5$	1179,66	1,071	0,924	0,8223	0,1777
2	433,6	1014,6	$4,92 \cdot 10^5$	1134,68	1,11	1,411	0,9208	0,0792
3	241,6	497,5	$2,46 \cdot 10^5$	1018,21	1,243	2,687	0,9963	0,0037
Всего	-	2800.3	-	-	-	-	0.7543	-

Вариант НК приведен на рис. 3.

Выводы.

В процессе исследования возможных вариантов распределения массы НК с дальнейшей её оптимизацией (рис. 4) сделаны следующие выводы:

- исходная масса НК выбирается из условия $\sigma < [\sigma]$.
- в связи с близостью параметров вариантов конечных НК, окончательный выбор системы НК должен выбираться с учётом технологии изготовления.

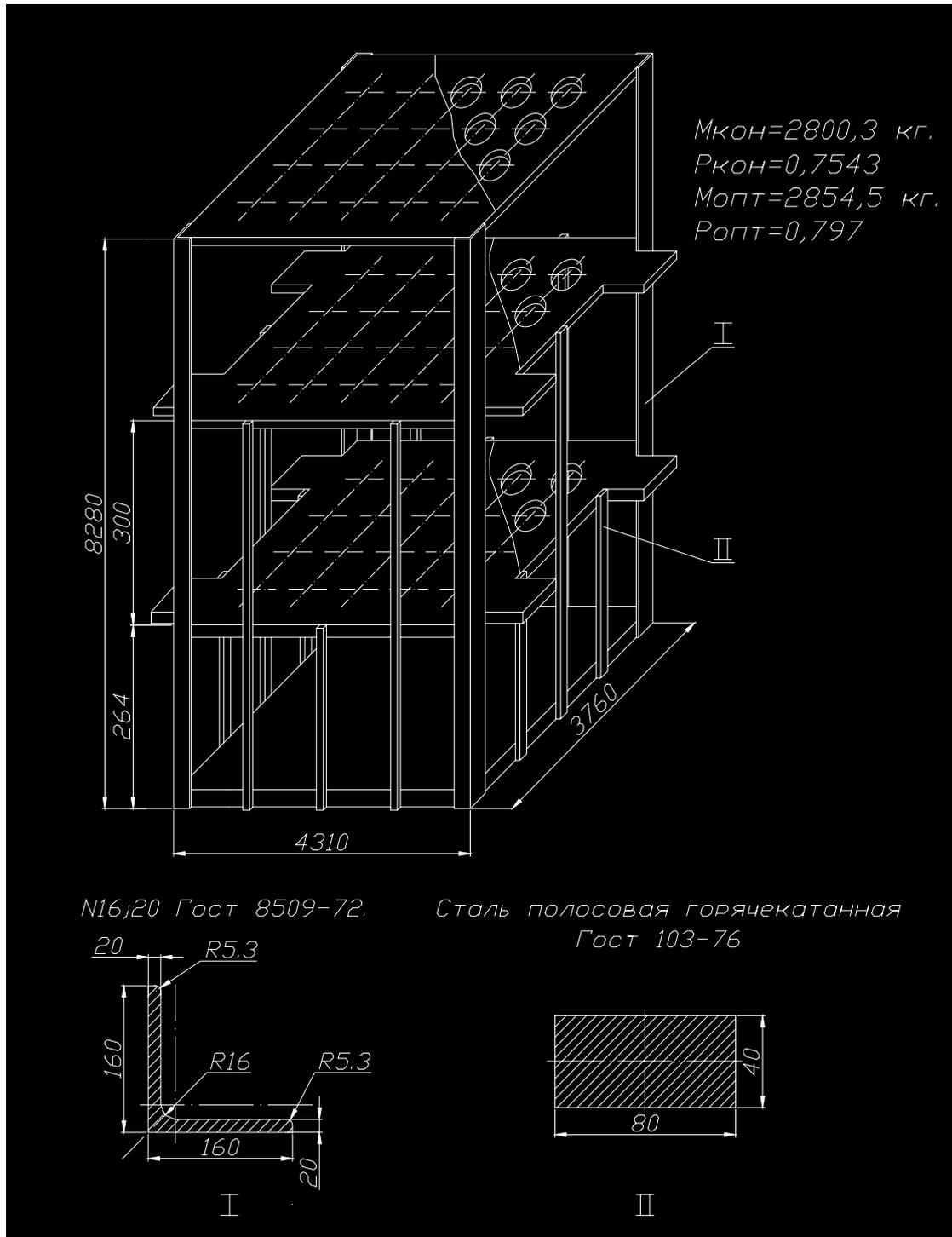


Рис. 3. Несущая конструкция УВП.

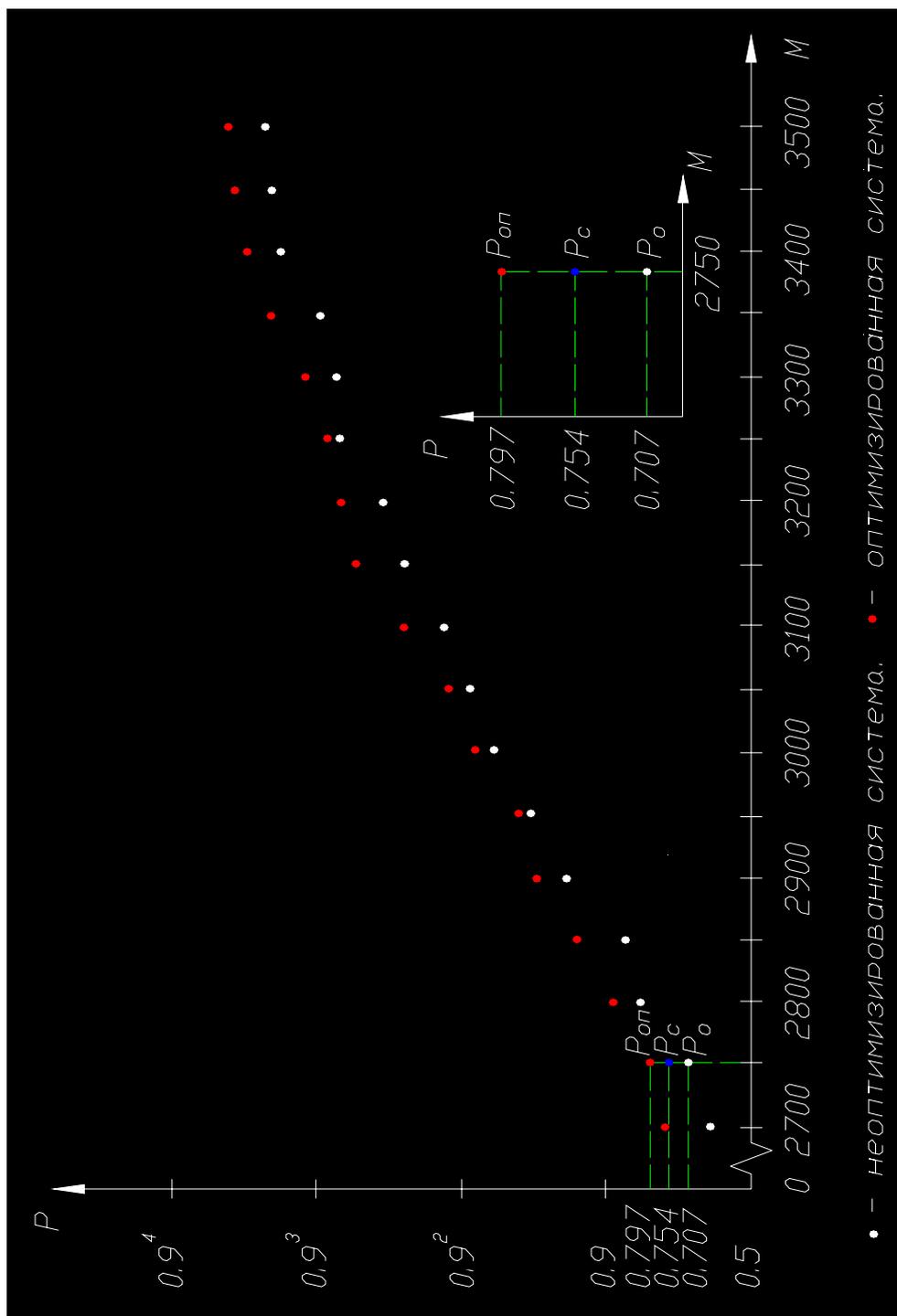


Рис. 4. Зависимость ВБР от массы оптимизированной и неоптимизированной систем.

Список литературы.

1. Чеканов А. Н. 'Вероятностные расчёты и оптимизация несущих конструкций': Учебное пособие. – М.: ИЧП 'Издательство Магистр', 1997. – 134 с.
2. Когаев В. П., Дроздов Ю. Н. 'Прочность и износостойкость деталей машин': Учебное пособие для машиностроительных специальностей вузов. – М.: Высшая школа 1991. – 319 с.
3. Военное зарубежное обозрение. N4, 1999 г.

МЕХАНИЗМЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ОТКАЗОВ СУБМИКРОННЫХ СИЛИЦИДНЫХ КОНТАКТОВ

Д.В. Черепанов

Московский государственный технический университет им. Баумана

GEARS OF ORIGINATING OF FAILURES OF SILICIDCONTACTS

D.Cherepanov

BMSTU, IU4.

Аннотация: Проблема обеспечения надежности контактов в металлизации СБИС приобретает доминирующее значение. К наиболее перспективным материалам, с точки зрения применения в системах металлизации, относятся силициды тугоплавких металлов.

Abstract: The problem of maintenance of reliability of contacts in bonding GSI gains predominant value. To the most perspective stuffs, from the point of view of application in bonding systems, the silicides of refractory metals concern.

Важным аспектом проблемы обеспечения надежности контактных силицидных структур являются значительные материальные и временные затраты на экспериментальную оценку надежности элемента, а также полное отсутствие статистических данных о надежности элементной базы при переходе на новый уровень интеграции. Для сокращения материальных и временных затрат разработчику необходимо иметь средство оценки и прогнозирования надежности, которое являлось бы дополнительным фактором в принятии конструкторско-технологических решений, уменьшало бы количество путей дальнейшей разработки, и было бы дополнением к существующим САПР.

Данная работа выполнялась в направлении разработки средства оценки надежности. Цель работы — определить на основе экспериментальных исследований механизмы формирования дефектов и неоднородностей в процессе изготовления и предложить методы оценки надежности.

При прогнозировании надежности элементов СБИС на стадии их проектирования имеется наибольшая неопределенность в оценке возможных состояний будущей системы. Методический подход для решения этой задачи заключается в использовании в качестве основы для оценки вероятности безотказной работы соответствующих моделей механизмов, приводящих к отказам.

С целью определения возможных механизмов формирования надежности были проведены экспериментальные исследования силицидных структур.

Исследовались тонкие пленки силицидов $TiSi_2$ и $CoSi_2$ на Si , полученные методом магнетронного распыления двумя независимыми магнетронами для распыления металла и кремния на нагретую подложку.

Пленки исследовались методами рентгеновской дифрактометрии, резерфордского обратного рассеяния, масс-спектрометрии нейтральных атомов, фотоэлектронной спектроскопии, растровой электронной микроскопии и 4-х зондовым методом измерения поверхностного сопротивления.

Выявлена неоднородная структура границы раздела пленка-подложка в системе $CoSi_2/Si$. Структура границы раздела в системе $CoSi_2/Si$ существенно отличается от структуры границы раздела в системе $CoSi_x/SiO_2$ более плавным падением концентрации кобальта. Аналогичная ситуация возникает для структур $TiSi_2/Si$.

При толщине силицида кобальта $\sim 400-500$ Å величина неровности границы раздела может составлять $\sim 200-300$ Å. Кроме того, склонность силицидов кобальта к коагуляции может приводить к дополнительным отказам, если в область контакта к подложке попадает граница между зёрнами. Показано увеличение размеров зёрна CoSi_2 в процессе отжига.

Неоптимальные условия роста силицидных плёнок могут приводить к образованию на Si неомогенных слоёв CoSi_x , что отрицательно может влиять на надёжность контакта. Измерения удельного сопротивления плёнок кобальта показали зависимость электрофизических характеристик от начального состава плёнок.

На границе раздела силицид/подложка и поверхности плёнки возможно скопление кислорода, что позволяет предположить о наличии окисных слоёв.

При высоких температурах подложки на границе раздела TiSi_2 - Si возможно появление локальных неоднородностей — эпитаксиальных кремниевых "бугров" и включений титана. Такие неоднородности могут образовать дополнительные барьеры Шоттки с отличными от контакта TiSi_2/Si характеристиками, что повлияет на надёжность контактов.

Анализ полученных экспериментальных данных и литературных источников показал, что при формировании субмикронных контактных слоёв к мелкозалегающим *p-n*-переходам необходимо учитывать возникновение отказов из-за 7-ми основных механизмов:

1. поток точечных дефектов вглубь подложки в процессе формирования силицида — ускоренная диффузия примесей по этим дефектам;
2. латеральный рост силицида и закорачивание областей
3. избыточное потребление кремния из подложки при формировании силицидного слоя и разрушение активной области под контактом;
4. проколы *p-n*-переходов из-за взаимной диффузии кремния подложки и силицидной плёнки и возникновение утечек в переходах;
5. попадание межзёренных границ в область контакта малой ширины;
6. скопление примесей и загрязнений на границе раздела силицид/подложка;
7. ускоренная диффузия примесей по границам зёрен силицида.

Механизмы (2) и (3) можно предотвратить, применяя метод формирования силицида, обеспечивающий поступление избыточного содержания кремния из внешнего источника при формировании силицидной плёнки. Предотвращение развития механизма (4) сводится к созданию условий формирования силицидного слоя, который бы обеспечивал отсутствие или уменьшение интенсивности коагуляции в зёрна. Механизм (1), (5) и (7) накладывает ограничения на время и максимальную температуру процесса, а также на максимальную концентрацию легирующих примесей. (6) вынуждает искать новые способы очистки материалов, участвующих в технологическом процессе формирования контактных структур.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНТЕРАКТИВНАЯ СПРАВОЧНАЯ СИСТЕМА "АВИОНИКА"

Захаров Д.

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

Кафедра ИУ4, МГТУ.

INFORMATIONS INTERACTIVE SYSTEMS "AVIONICS"

Zakharov D.

The scientific chief: Ph.D., senior lecturer Vlasov A.I

<http://avionics.iu4.bmstu.ru>

Аннотация: В работе рассматриваются аспекты создания интерактивных справочных систем по авионики и авиационной электронике с доступом посредством интернет.

Abstract: In activity the aspects of creation of the interactive Helps till an avionics and avionics with access by means of the Internet are esteemed.

Сайт "Авиационная и промышленная электроника" первоначально назывался "Planes" и располагался на сервере <http://planes.chat.ru>. Изначально он задумывался как авиационный фотоархив. Недавно сайт физически переместился на сервер кафедры ИУ 4 МГТУ им. Баумана, и к сегодняшнему дню на нем накоплено несколько сотен фотографий общим объемом около 20 Мегабайт. Все представленные фотографии перед просмотром можно оценить в уменьшенном масштабе. Фотографии распределены по тематическим разделам: производителю самолета, затем по модели. Это позволяет удобно перемещаться по сайту и быстро находить нужную фотографию. В архив непрерывно добавляются новые фотографии. В основном ранг представленных фотографий охватывает лишь западные гражданские самолеты, хотя в последнее время в сети стали появляться фотографии и российских самолетов. Среди фотографий можно найти и почти уникальные - например, падения самолетов.

Однако с течением времени стало неизбежным увеличение рассматриваемых на сайте тем и превращение сайта из фотоархива в информационный ресурс, посвященный внутреннему устройству самолетов. С этой целью был создан раздел "Электроника", задуманный для размещения технической информации о различных узлах летательных аппаратов, в особенности это касается навигационной бортовой аппаратуры. Со времени появления этого раздела в нем накоплена информация об изделиях малогабаритной промышленной электроники стандарта РС/104. Все описания электронных узлов и их технические характеристики переведены на русский язык. Однако большинство описанных систем, за исключением систем GPS и ряда других, предназначено для работы на промышленных объектах, а не на борту. В будущем планируется уделить больше внимания именно бортовой аппаратуре и особенно системам навигации.

Приглашаются все информационные спонсоры проекта - авиазаводы, производители авионики и навигационных систем.

РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ОТРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ НА ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ В НОВЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Адамова А.А.

д.т.н., профессор Черняев А.В.

МАТИ – Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского,
Москва, Россия

THE ROLE AND THE MEANING OF TESTING THE PRODUCTS TO TECHNOLOGY IN NEW ECONOMIC CONDITIONS

Adamova A

Doctor of Technical Sciences, Professor Chernaev A

*MATI – Russian State technological university named after Tsiolkovskiy K
Moscow, Russian*

Аннотация Становление и развитие рыночных отношений требуют дальнейших специальных исследований, связанных с оптимизацией процессов проектирования и выпуска новых изделий, отвечающих мировым требованиям с учетом высокого уровня технологии. Этим проблемам уделялось немало внимания и ранее, и были разработаны эффективные методики обеспечения и оценки технологичности конструкции изделий (ТКИ). Однако проблема заключалась в том, что в условиях жестко планируемой и централизованно управляемой экономики, затратного и государственного ценообразования у предприятий не было реальных стимулов к снижению издержек на всех стадиях жизненного цикла изделия.

Abstract The formation and the development of market relations requires the further special researches, connected with optimization of projection processes and the output of new manufactures, that meet the world requirements of Hi-Fi technoloques. This problems were attended before and effective methods of providing and estimation of technology constructions were worked out. However, the problem was that in condition of neatly planned and centralized economy, gone and state price formation the enterprise had no opportunity to decrease the production costs at every stage of production cycle.

Сегодня введение рыночных отношений делает обеспечение ТКИ одним из главных способов повысить рентабельность разработки и изготовления новых изделий, сократить затраты на оснащение производства за счет преемственности конструкций, модульного проектирования и агрегатирования, экономии всех видов ресурсов.

Много лет проблемы обеспечения технологичности решались в рамках ЕСТПП, разработанной в виде комплекса стандартов, регламентирующих единый для всех предприятий и организаций подход к решению вопросов технической подготовки производства в промышленности. В этой системе четко устанавливались основные задачи отработки конструкции на технологичность, последовательность их решения, а для оценки ее уровня предлагалась система количественных показателей и общие правила их выбора на стадиях разработки.

На отраслевом уровне разработанные стандарты и рекомендации также устанавливали лишь единые уровни общих задач обеспечения ТКИ с учетом некоторых особенностей продукции той или иной отрасли.

Хотя эти нормативные материалы и сыграли большую роль в разработке и внедрении методик по обеспечению ТКИ в производство, сегодня центр тяжести решения этой проблемы переносится на конкретные предприятия и фирмы. Они должны с учетом имеющихся ресурсов, возможностей и организационно-технологических особенностей своего предприятия, разработать план сокращения общих затрат, в котором достойное место должен занять раздел “ Сокращение издержек за счет повышения технологичности конструкции изделий”. Административно-директивные методы организации и управления

работами по обеспечению ТКИ должны быть заменены на экономические, обеспечивающие предприятию-исполнителю работ получение прибыли. Речь идет о разработке адаптированных к предприятию методик и инструкций по организации процессов обеспечения, оценки технологичности, расчета экономического эффекта от этих работ, т.е. своего рода стандартов предприятия.

Системность в подходе к проблемам обеспечения ТКИ, встраивание системы по отработке ТКИ в единый бизнес-план предприятия, его экономические структуры и службы, увязка с их целями становится насущной задачей в нынешних условиях. Локальная цель обеспечения технологичности, заключающаяся в придании конструкции такого комплекса свойств, при котором достигаются оптимальные значения затрат всех видов при проектировании, в производстве, эксплуатации и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ, должна быть подчинена не только оперативной текущей цели системы (предприятия) – получение максимальной прибыли, но и на глобальные стратегические цели: выживание предприятия, его экологический нейтралитет, сохранение рабочих мест и другие социальные факторы.

Работы по отработке изделий на технологичность должны затрагивать все уровни детализации объектов: детали, сборочные единицы, изделия, а также всю номенклатуру выпускаемой продукции. Лишь в этом случае можно ожидать большего эффекта от проведения подобных работ.

Кроме того, работы по отработке изделий на технологичность должны проводиться непрерывно, начиная с ранних этапов проектирования – при разработке технического задания и согласовании его с заказчиком. Разнообразные элементы конструкции изделия на отдельных стадиях ее разработки требуют привлечения конструкторов, производственных технологов, ремонтников различной квалификации, специализации и опыта.

В оценке экономической выгоды и расчетов эффективности, принятых при отработке изделий на технологичность решений должны участвовать экономисты и менеджеры служб предприятия. Таким образом, вопросами обеспечения ТКИ на предприятии, тесно взаимодействуя, занимаются специалисты различного профиля, использующие для принятия ответственных решений разнообразную информацию о конструкции изделия, аналогов, технологии изготовления, об издержках при проектировании и производстве и т.д. Результативность работ должна устанавливаться по предельно простой методике оценки количественных показателей технологичности с последующим сравнением их с показателями, заложенными в техническом задании на изделие.

Комплекс работ по отработке новых изделий на технологичность затрагивает интересы разработчиков, изготовителей, потребителей (заказчиков), сбытовых организаций. Проведение этих работ сулит выгоды каждой из этих групп.

Разработчик имеет следующие выгоды:

- получение дополнительной прибыли за счет сокращения трудозатрат и сроков на проектирование изделия;
- сокращение числа ошибок в конструкторской документации, что влечет за собой уменьшение затрат на их устранение, доработку задела и изделий, находящихся в эксплуатации;
- повышение творческой активности конструкторов, освобождение их от однообразной, рутинной работы при максимальном использовании принципов преемственности деталей, узлов, блоков, схемотехнических решений.

Изготовитель имеет выгоды:

- получение дополнительной прибыли за счет экономии рабочей силы, времени, материалов и средств технологического оснащения при сокращении номенклатуры блоков, узлов, деталей, материалов;
- расширение номенклатуры выпускаемых изделий при создании базового изделия и типоразмерного ряда, т.е. при создании семейства технических устройств;

- возможность получения прибыли за счет продажи составных частей другим заказчикам, повышения качества, увеличения сбыта, завоевание рынка.

Потребитель также получает значительные выгоды:

- повышение качества изделия (надежности, ремонтпригодности и др.) обеспечивает безотказность работы изделия, увеличивает срок службы;
- снижение затрат на обучение обслуживающего персонала, организацию рабочих мест для обслуживания и ремонта, сокращение номенклатуры запчастей;
- сокращение затрат на ремонт, обслуживание и эксплуатацию за счет повышения готовности изделия к работе, совместимости с другими изделиями.

Рыночные отношения способствуют резкому снижению размеров финансирования разработки новых изделий из бюджета, и предприятия должны изыскивать средства для проведения этих работ. Возникает необходимость определения доли прибыли, полученной за счет повышения технологичности реализованного изделия и финансирования работ по отработке ТКИ за счет этих средств, то есть речь по сути идет о самофинансировании.

В процессе выполнения работ подсчитывается экономический эффект от конкретных видов и форм повышения технологичности, а по окончании цикла проектировочных работ и освоения изделия и – суммарный экономический эффект. Конечно, для этого необходимо конкретизировать и детализировать методы работы по отработке изделия на технологичность до такого уровня, когда видны не только “действия”, но и реальный эффект от них на каждом этапе жизненного цикла.

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОЧНОСТИ (КИНЕМАТИЧЕСКАЯ ПОГРЕШНОСТЬ
И МЕРТВЫЙ ХОД) ЗУБЧАТЫХ МЕХАНИЗМОВ С УЧЕТОМ ИЗНОСА МЕТОДАМИ
МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ЭВМ.**

Морозов Г.В.

Научный руководитель: профессор, д.т.н. кафедры ИУ4 Парфёнов Е.М.

Научный консультант: доцент кафедры РЛ-5 Пивоваров В.Н.

Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия.

**WORKING UP SOFTWARE FOR ANALYZE GEAR PRECISION INDICES (KINEMATIC MISTAKE
AND FREE WHEELING) WITH WEAR CONSIDERATION BY SIMULATION METHODS ON THE
COMPUTERS.**

George V. Morozov.

Scientific supervisor: professor, d.t.s. Evgeniey M. Parfenov (chair IU4).

Scientific consultant: docent Vladimir N. Pivovarov (chair RL-5).

Moscow Statement Technological University named after Bauman, Moscow, Russia.

Аннотация.

Цель работы – разработка алгоритмов, программ для расчёта, прогноза и оценке показателей точности (кинематическая погрешность и мертвый ход) мелкомодульных зубчатых передач с учетом износа.

Разработаны:

- методики статистического и динамического моделирования мелкомодульных зубчатых передач, программы реализующие эти методики;
- методика проведения статистических экспериментов на моделях для получения параметров показателей точности;
- программы расчёта мелкомодульных зубчатых передач на точность.

Abstract.

Purpose of work – working up, algorithms, programs of calculate for determination, prognosis and estimation gear precision (kinematic mistake and free wheeling).

Was done:

- Methods of statistic and dynamic simulation gear, programs which realize those methods;
- Procedure statistic experiments on the models for getting parameters precision;
- Programs of calculate for getting gear precision;

Комплекс программ предназначен для анализа показателей точности мелкомодульных многоступенчатых зубчатых механизмов в процессе изнашивания методами моделирования на ЭВМ.

Объект анализа: многоступенчатые зубчатые механизмы, состоящие из цилиндрических передач с числом ступеней от 1 до 10, модулем $0,2 \div 0,5$ мм.

Возможности комплекса:

- анализ динамических процессов в зубчатых передачах с учетом их износа;
- анализ износа зубьев передач;
- анализ изменения во времени мертвого хода и кинематической погрешности передач с учетом их износа и прочих факторов;
- прогноз показателей точности зубчатого многоступенчатого механизма.

Методы исследования:

- моделирование динамики зубчатых передач;
- моделирование процесса изнашивания зубчатого зацепления при помощи эволюционной модели;
- теория расчета зубчатых передач на точность.

Статистический анализ показывает, что основной причиной выхода из строя машин и механизмов является не их поломка, а износ подвижных сопряжений. Выход из строя вследствие изнашивания наиболее характерен для передач дорожных, транспортных и других машин, работающих в среде, загрязненной абразивными частицами, а также передач средств автоматизации и многих видов приборов, работающих вообще без смазки, или смазывание которых осуществляется однократно, в момент сборки. Несмотря на то, что износостойкость является основным показателем работоспособности этих передач, их проектирование в первую очередь

базируется на прочностных расчетах. Расчеты на износ производятся крайне редко и имеют недостаточное методическое обеспечение.

Отсутствие достаточно обоснованных методик расчета передач на износ в первую очередь связано со сложностью математического моделирования изнашивания зубчатого зацепления. Его описание требует анализа различных процессов, зависящих от большого числа параметров, характеризующих свойства материалов колес, условия работы передачи, макро- и микрогеометрию взаимодействующих поверхностей, кинематику зацепления. Учесть влияние всех указанных факторов, а также непрерывное изменение при изнашивании большинства из них на современном уровне знаний о контактном взаимодействии твердых тел при трении, не представляется возможным. Поэтому вполне оправданно то, что в существующих инженерных методиках расчета интенсивность физико-химических процессов во фрикционном контакте учитывается специальными компонентами, определяемыми экспериментально.

Однако, ряд допущений, имеющихся в этих методиках при расчете силовых и геометро-кинематических показателей зацепления, определяющих изнашивание, могут быть устранены в настоящее время. Это в первую очередь относится к расчету распределения нагрузки при передаче движения двумя парами зубьев.

В работе Решетова Л.Н. содержится тщательный анализ изменения интенсивности изнашивания в зонах однопарного и двухпарного зацепления в зависимости от распределения коэффициента суммы смещений исходного контура между шестерней и колесом. Большой интерес представляет проведение такого анализа для различных значений этого коэффициента.

Большинство методик расчета, за исключением изложенной в работах В.В.Гриба, не учитывают непрерывного изменения геометро-кинематических показателей зацепления при изнашивании. Это неизбежно приводит к погрешностям в расчетах передач, износ которых сильно деформирует профили зубьев. Кроме того, эти методики дают возможность с указанными допущениями оценить только износ в некоторых точках профиля, положение которых установлено на экспериментальных данных. Поэтому они не позволяют анализировать изменение эксплуатационных параметров передачи при изнашивании. Это заставляет при расчетах в качестве критерия потери работоспособности применять различные косвенные показатели, например, допустимый износ в таких "характерных" точках профиля..

Разработка эффективных алгоритмов анализа изношенного зацепления позволяет разбить рабочий профиль зуба на ряд точек и «следить» за их смещением в тело зуба в процессе изнашивания, при этом сам процесс разбивается на ряд малых шагов, в рамках каждого из которых силовые и геометро-кинематические характеристики можно считать неизменными.

Построенные на этом принципе математические модели являются эволюционными и позволяют проследить изменение различных эксплуатационных параметров передачи в ходе ее работы.

При разработке эволюционной модели использовались методы теории зубчатых зацеплений с применением аппарата матричного, векторного исчисления и дифференциальной геометрии; численные методы решения дифференциальных уравнений, аппроксимации функций и описания кривых.

Изнашивающееся зубчатое зацепление является сложной триботехнической системой. Протекающие в ней процессы имеют различную физическую природу. При анализе изнашивания зацепления их целесообразно разбить на две взаимосвязанные группы:

- физико-химические процессы, происходящие на трущихся поверхностях зубьев (контактирование и деформация микроповерхностей, молекулярное взаимодействие химические и структурные превращения, температурные изменения и др. ...), приводящие, в конечном итоге к отделению частиц износа;
- процессы, связанные с изменением размеров и формы изнашивающихся сопрягаемых поверхностей (изменение кинематики зацепления и макрогеометрии контакта зубьев, перераспределение нагрузки в точках двухпарного контакта и т.д. ...).

В работе рассматривается износ поверхностей зубьев цилиндрических прямозубых передач. Полагая свойства зацепления вдоль линии зуба одинаковыми, боковую поверхность зуба будем отождествлять с его торцовым профилем. Износ подшипников не учитывается.

Расчеты передач на износ производятся с целью определения ресурса работы или нахождения конструктивных параметров передачи, обеспечивающих заданный ресурс.

Изнашивание приводит к изменению различных эксплуатационных характеристик передачи: уменьшаются изгибная и контактная прочность зубьев, увеличивается кинематическая погрешность и мертвый ход, возрастают динамические нагрузки...

Ресурс работы передачи равен времени, за которое эксплуатационный параметр, определяющий ее работоспособность, изменяется до недопустимых пределов.

В соответствии с эволюционной моделью предполагается:

- все зубья геометрически одинаковы и равномерно распределены по ободу колеса;
- контакт зубьев осуществляется по активным поверхностям;
- под нагрузкой зубья колес деформируются и их упругие свойства одинаковы;
- пластические деформации отсутствуют;

Эволюционный подход к моделированию основан на том, что процесс изнашивания разбивается на ряд шагов и приращение наработки на каждом шаге выбирается настолько малым, что условия изнашивания в его

пределах можно считать постоянными. Износ эквивалентен перемещению точки по нормали к поверхности трения (см рис.1).

В конце шага изнашивания координаты новых точек определяют новую форму профилей зубьев. Для продолжения моделирования процесса в каждой из этих точек необходимо найти новые значения ортов нормалей и аргументов функции интенсивности изнашивания, т.е. нагрузку, радиусы кривизны и скорости общей точки по профилям зубьев шестерни и колеса. Это производится в ходе решения обратной задачи теории зацепления, которая является основой эволюционной модели процесса изнашивания зацепления. Для определения точностных параметров зацепления рассчитывается функция ошибки положения. Разность между максимальным и минимальным значениями ошибки положения дает кинематическую погрешность передачи.

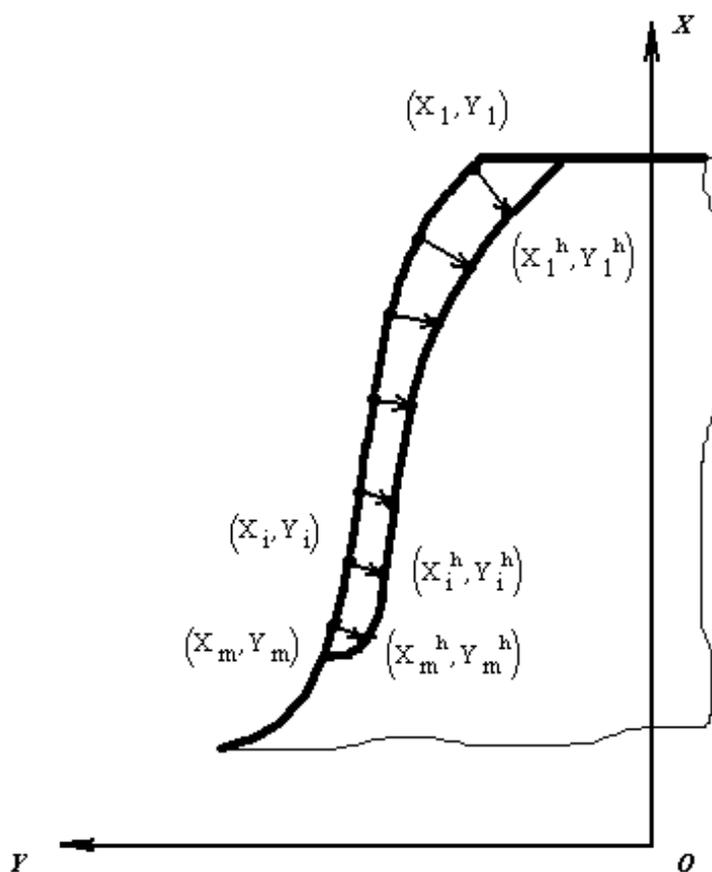


рис.1

Литература.

1. Благодарный В.М. Расчёт мелкозубчатых передач на износ и прочность.- М.: Машиностроение, 1985. 128с.
2. Парфенов Е.М., Чанцев В.В. Электромеханические устройства РЭА.- М.: Советское радио, 1972. 118.
3. Парфенов Е.М. Разработка системы электромеханических модулей бортовой РЭА и исследование их основных эксплуатационных характеристик.- М.: МВТУ им. Н.Э. Баумана. 1970.
4. Парфенов Е.М. Электромеханические модули точного приборостроения.- М.: Машиностроение, 1984. 125с

ВИРТУАЛЬНАЯ АУДИТОРИЯ МАТЕМАТИКИ

Егорычев Денис (студент 1-го курса)

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

Московский государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана Кафедра
«Конструирование и технология производства ЭА»

VIRTUAL AUDIENCE of MATHEMATICS

Egorichev Denis (student of 1-st course)

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

BMSTU, IU4.

Аннотация: Проект "Виртуальная аудитория математики" дает представление о том, что происходит в мире изучения и понимания высшей науки - математики с применением новых технологий обучения on-line. Подробно рассмотрена концепция построения сайта, учитывающая как теоретические, так и возможности применения на практике компьютерной библиотеки кафедры ИУ4. Работа дает широкие возможности продолжения обмена научными проблемами, помогает быстро и уверенно отыскать ответы на всевозможные вопросы, волнующие студенческую аудиторию. Работа адресована всем, кто интересуется возможностью фундаментального изучения предмета.

Abstract: the project " the Virtual audience of mathematics " gives submission(representation) that descends in a pattern of analysis and comprehension of maximum science - mathematics to application of new technologies of training on-line. The concept of construction of a site taking into account both idealized, and feasibility in practice of the computer library of stand ИУ4 explicitly is reviewed. The activity gives broad capabilities of prolongation of exchange of scientific problems, helps fast and confidently to locate the answers to every possible problems exciting a student's audience. The activity is addressed to everyone, who is interested in a capability of fundamental analysis of a subject.

Введение.

Математика - важнейшая наука, открывшая человеку огромные перспективы развития, наука-основоположница всей технической части открытий. Поэтому математика является профилирующей дисциплиной в Московском Государственном Техническом Университете имени Николая Эрнестовича Баумана и в других ВУЗах России и мира в целом.

Возникшие проблемы и методы их решения.

Математика - важнейшая наука, открывшая человеку огромные перспективы развития, наука-основоположница всей технической части открытий. Поэтому математика является профилирующей дисциплиной в Московском Государственном Техническом Университете имени Николая Эрнестовича Баумана и в других ВУЗах России и мира в целом.

Изучение математики нелегкая задача, но результат стоит затраченных усилий. Ведь человек, изучивший хотя бы азы математики, может приниматься за изучение почти всех наук, как технических, так и гуманитарных, потому, что математика лежит в основе мироздания, а, значит, и в основе всех наук. Исходя из этих соображений, был разработан сайт "Виртуальная аудитория математики". На сайте осуществлена возможность дистанционного обучения и такая форма пополнения знаний как on-line ответы на вопросы, поставленные посетителями.

На данный момент можно выделить несколько основных категорий посетителей. Наибольшую часть составляют студенты Московского Государственного Технического Университета им. Н. Э. Баумана, желающие решить возникшие затруднения в решении

разного рода задач, или просто пообщаться с другими студентами на математические темы; преподаватели, желающие ознакомиться с вопросами, волнующими их студентов, и, вероятно, желающие ответить на некоторые интересные вопросы от создателей сайта и его посетителей; студенты других ВУЗов (преимущественно технических), ищущие ответы на свои вопросы, и последняя категория посетителей: люди из разных регионов России и стран ближнего зарубежья, ищущие различную справочную информацию.

Далее приведен список некоторых возможностей, открываемых "Клубом" перед посетителями сайта и перспективах их развития:

Теория - данный раздел предлагает пользователю ознакомиться с теоретической частью, представленной в виде краткого справочника по основным разделам математики, указаний на соответствующие материалы в виртуальной библиотеке кафедры ИУ4 Московского Государственного Технического Университета им. Н.Э. Баумана.

Практика - в этом разделе приведены примеры типовых заданий и предлагаемые подходы к их решению.

Форум - раздел, организованный на базе CGI скриптов, по типу "конференции" и позволяет всем посетителям клуба публиковать свои вопросы, мнения и прочие высказывания и обсуждать интересующие проблемы.

Досуг - в этом разделе представлены различные головоломки и задачи на сообразительность.

ИНТЕРНЕТ ПОРТАЛ РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА

Искендеров С.С. (студент 1-го курса)

Научный руководитель: Соловьев В.А.

Научный консультант: Власов А.И.

Московский государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана

Кафедра «Конструирование и технология производства ЭА»

THE INTERNET A JACK HOUSE OF RADIO FACULTY

Iskenderov S. (student of 1-st course)

The scientific chief: Solovjev V.A.

BMSTU, IU4.

Аннотация: В данном докладе изложена концепция создания интернет портала Радиотехнического факультета МГТУ им. Н.Э. Баумана. Особое внимание уделено возможностям, открываемым порталам перед посетителями, их реализации на базе web-технологии и перспективах развития данного ресурса

Abstract: In the given report the concept of creation the Internet of a jack house of Radio faculty BMSTU. The special attention is given to capabilities opened jack houses before the visitors, their implementation on the basis web-technologies and prospects for the development of the given resource.

Введение.

В последнее время вопросы, связанные с внедрение современных технологий в процесс обучения всё больше и больше становятся неотъемлемой частью учебного процесса, и причина этому – необъятные возможности предоставляемы глобальной сетью, начиная от средств дистанционного обучения, заканчивая возможностью online общения в реальном времени студентов (а может и преподавателей) находящихся пусть даже в разных уголках мира. В доказательство этому можно лишь посмотреть на официальном сервере МГТУ (www.bmstu.ru) сколько факультетов и кафедр разместили в интернете свои сайты.



От интернет страницы факультета до портала.

Какие же возможности открывает интернет портал "Радиотехнического" факультета перед своими посетителями? Сразу после загрузки стартовой страницы перед пользователем появляется удобная система меню для осуществления навигации по сайту и краткая информация по факультету и его кафедрах. Далее пользователь может выбрать из перечня ресурсов сервера интересующий его в данный момент. Остановимся на некоторых из них и перспективах их развития.

Новости. В данном разделе можно ознакомиться с наиболее важными событиями жизни факультета. В данном разделе также публикуются и объявления деканата, что позволяет ознакомиться с данной информацией не только в стенах МГТУ, а скажем дома или в интернет-кафе.

История. Данный раздел повествует о истории факультета и его кафедр. Этот раздел предназначен будет интересен не только для студентов и преподавателей МГТУ, но и для абитуриентов, желающих узнать побольше о факультете.

Учебный план. Раздел предназначен преимущественно для абитуриентов с студентов начальных курсов, желающих узнать преподаваемые дисциплины, на каком курсе они преподаются и сколько часов на них отводится.

Наименование дисциплины	На каком курсе читается	Количество часов аудиторных занятий
Гуманитарные и социально-экономические дисциплины		
Иностранный язык	1 - 3	216
История отечества	1	72
Культурология	2	72
Политология	3	72
Философия	4	108
Основы экономической теории	4	72
Основы права	4	36
Основы психологии и педагогики	5	18
Русский язык	1, 5	36
Естественно-научные дисциплины		
Высшая математика	1, 2, 5	684
Физика	1-2	234
Физич. основы микроэлектроники	3	72
Умно...	1	оп

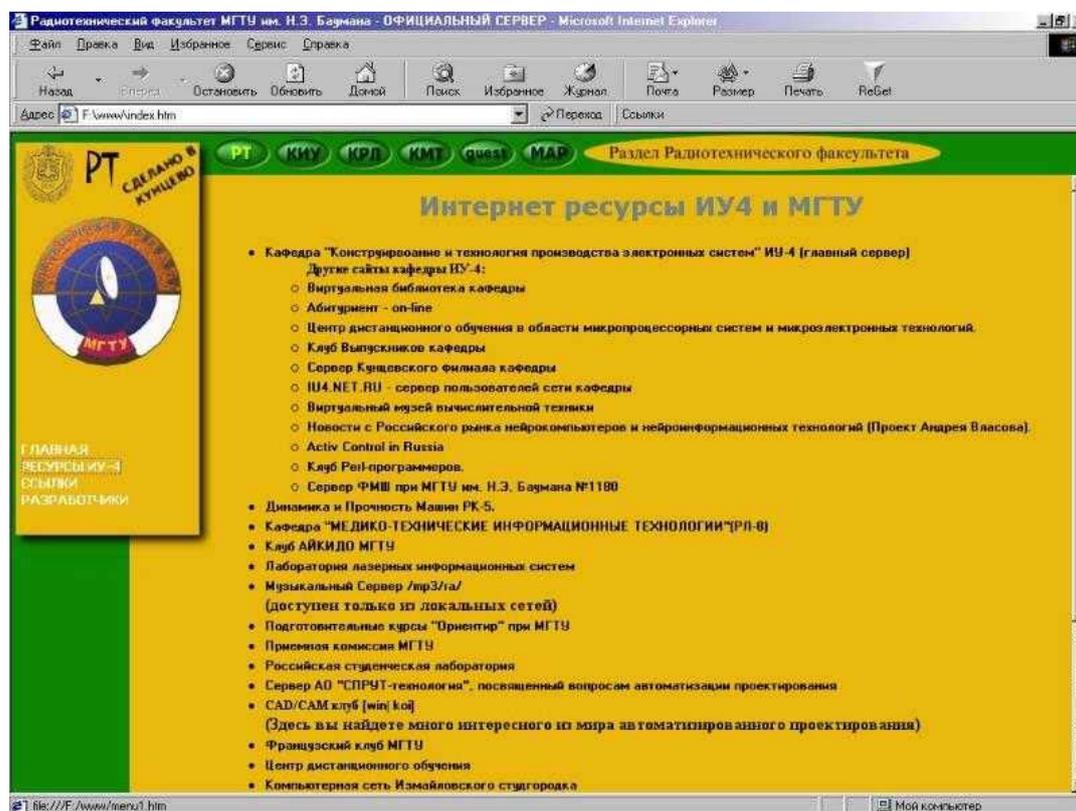
Студенты. В этом разделе указаны списки студентов факультета, их адреса электронный почты и домашних страничек. Также нельзя не сказать о виртуальной доске почета студентов, с их фотографиями и краткой информацией.

Ссылки на другие ресурсы сети интернет. Данный раздел предоставляет обширную информация как по интернет ресурсам МГТУ, так и образовательным сайтам по всему миру.

Из этого раздела можно моментально перейти на любой интересующий пользователя портала ресурс, и при необходимости вернуться назад. Этому разделу разработчики уделили особое внимание, т.к. основная задача портала не скопить в себе всю информацию по данной тематике (что на практике практически невозможно), а четко указать пользователю на каких других сайтах интернет можно найти интересующую его информацию.

Гостевая книга – неотъемлемый элемент любого современного интернет ресурса. В ней любой пользователь может опубликовать своё мнение и впечатления или задать другим посетителям и создателям ресурса интересующий его вопрос.

Тесты. Этот раздел предназначен в первую очередь для абитуриентов. Пожалуй самая интересная возможность – это попробовать сдать в интернете вступительный экзамен в МГТУ. Конечно в данное время результаты такого рода вступительных испытаний никак не учитываются приемной комиссией, но зато такой экзамен можно сдавать в любой точке земного шара, в любое время, не надо никуда ходить. Надо лишь найти свободное время и зайти в указанный раздел, далее следует выбрать дисциплину по которой будет сдаваться экзамен и получить вариант задания. Далее отводится время на решение задач, результаты вводятся в отведенные поля страницы и в ответ сервер называет абитуриенты его оценку, с пояснениями по правильному ходу решения задач. Это позволит всем кто думает поступать в МГТУ заранее оценить свои силы, и сэкономить много времени, а МГТУ поможет сократить затраты на проведения экзаменов.



Форумы и чаты позволяют студентам свободно общаться между собой, обсуждать интересующие их вопросы, и находить новых друзей, как в стенах университета так и за его пределами.

Заключение.

Интернет портал Радиотехнического факультета открывает перед своими пользователями огромное количество возможностей и может значительно облегчить учебный процесс как студентам так и преподавателям. Нельзя также не упомянуть о внимании к данному ресурсу со стороны пользователей сети. Сразу после открытия ресурса его начали посещать как

пользователи сети МГТУ так и пользователи интернета. Надеюсь, что в дальнейшем интерес к ресурсу не прекратится.

ВИРТУАЛЬНЫЙ КИНОТЕАТР- ТЕХНОЛОГИИ ОБРАЗОВАНИЯ БУДУЩЕГО.

Искендеров С.С. (студент 1-го курса)

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

Московский государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана
Кафедра «Конструирование и технология производства ЭА»

VIRTUAL CINEMA TECHNOLOGIES of FORMATION of the FUTURE.

Iskenderov S. (student of 1-st course)

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

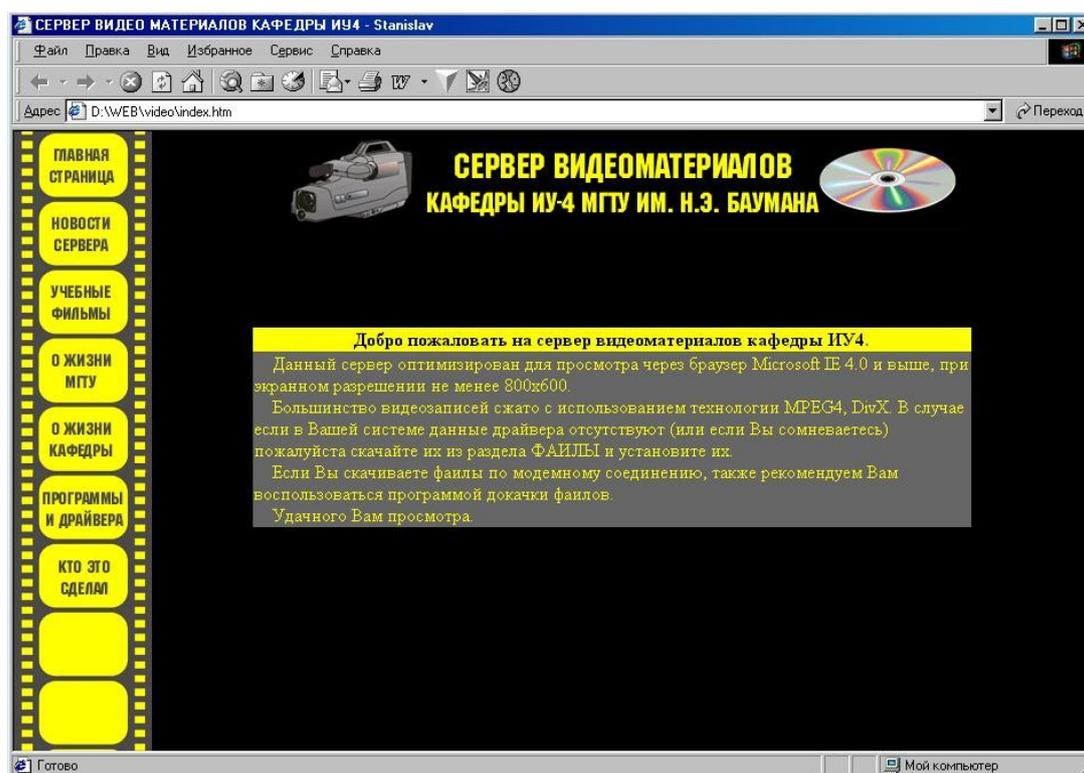
BMSTU, IU4.

Аннотация: Данный доклад посвящен проблеме создания виртуального кинотеатра в сети Интернет. Особое внимание уделено проблемам оптимизации материалов и возможностям просматривать видеоматериалы на различных компьютерных платформах.

Abstract: The given report is dedicated to a problem of creation of a virtual cinema in a network the Internet. The special attention is given to problems of optimization of stuffs and capabilities to view videostuffs on different computer gantries.

Введение.

Сложно найти человека, ни разу не бывшего в кинотеатре, хотя в последнее десятилетие в связи с широким распространением телевиденья кинотеатры во многом утратили свою роль. Но сейчас уже наступает следующий период в развитии кино – переход на цифровые компьютерные технологии. Данные технологии имеют неоспоримо большое число преимуществ, среди которых высочайшее качество изображения, объемный звук, минимум помех и искажений и т.д.



Техническое решение проблемы.

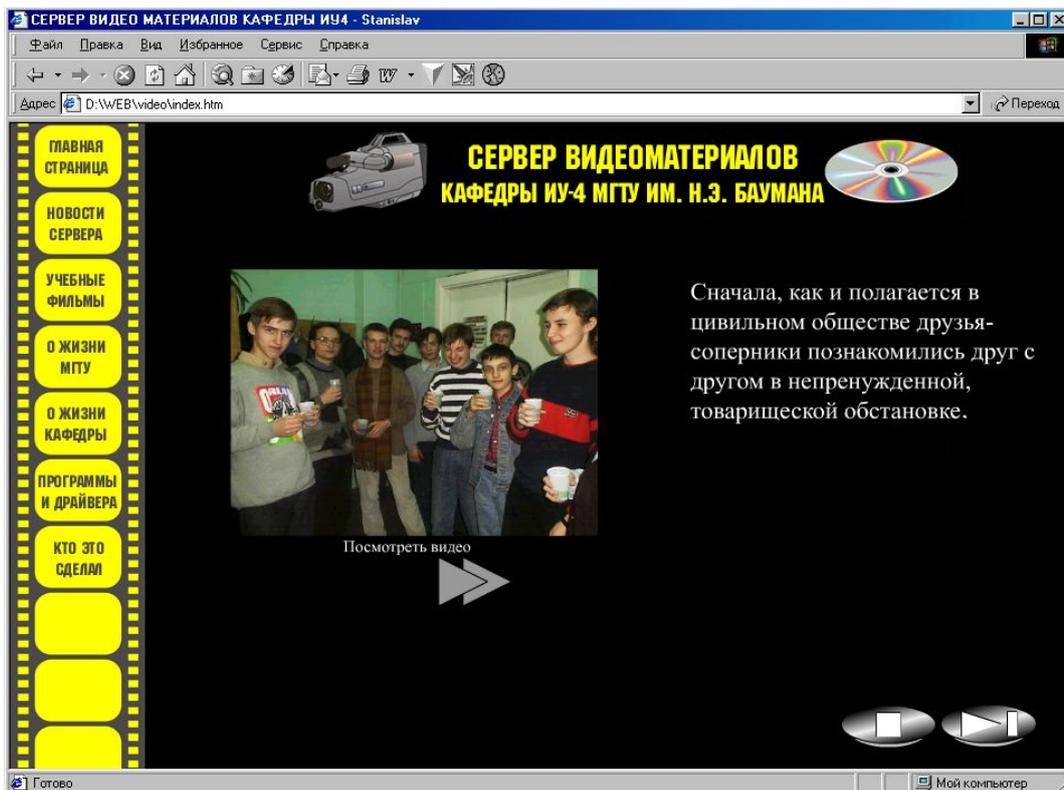
Виртуальный кинотеатр был создан на базе сервера кафедры ИУ4 МГТУ им Н.Э. Баумана. На этом сервере и хранятся файлы с видеоматериалами. Далее материалы могут быть переданы как по внутренней сети кафедры, так и в сеть МГТУ и Интернет. Большая пропускная способность каналов и рациональное распределение ресурсов позволяет передавать данные объемы информации по сети, не мешая её нормальной работе. Все видеофрагменты, несмотря на высокое качество изображения, имеют небольшой объем, что достигается за счет современных технологий сжатия данных.

Учебные фильмы.

Т.к. ресурсы кафедры имеют в основном образовательную тематику, учебным фильмам было уделено особое внимание. В данном разделе каждый может найти видео по интересующему его разделу той или иной науки.

Фильмы о жизни МГТУ.

Раздел с фильмами о жизни МГТУ является одним из самых популярных среди наших посетителей. Тут представлены съемки и видеорепортажи, рассказывающие как о истории университета, так и последних новостях и событиях.



О жизни кафедры.

Данный раздел также пользуется большой популярностью, но уже преимущественно среди преподавателей и студентов кафедры ИУ4. Он также предлагает огромное количество видеоматериалов посвященный важным событиям из жизни кафедры. Здесь посетители могут найти практически всё: от видеорепортажа с открытого чемпионата по Duke Nukem 3D, до видеозаписей выступления докладчиков на прошлой конференции «Наукоемкие и Интеллектуальные Системы».

Проблемы совместимости и универсальности.

В сети МГТУ на компьютерах установлено огромное количество операционных систем, от Windows до различных клонов UNIXa. Проблема того, чтобы пользователь любой системы мог свободно просматривать видеоматериалы была решена по средствам создания базы драйверов, где пользователь без труда найдет всё необходимое для своей системы.

Заключение.

Кафедра ИУ4 одной из первых в МГТУ предложила студентом воспользоваться такого вида материалами, и как теперь видно к ним сразу возник большой интерес. Дальнейшее направления развития данного ресурса, прежде всего расширение, т.е. пополнение собрания видеоматериалов, ну и, конечно, внедрение новых компьютерных технологий.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА, НАДЁЖНОСТИ И РЕСУРСА ЗУБЧАТЫХ МЕХАНИЗМОВ МЕТОДАМИ МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ЭВМ.

Марков А.С.

Научный руководитель: профессор, д.т.н. кафедры ИУ-4 Парфёнов Е.М.

Научный консультант: доцент кафедры РЛ-5 Пивоваров В.Н.

Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия.

INVESTIGATION PARAMETERS QUALITY, RELIABILITY AND RESOURCE OF GEAR BY METHODS OF SIMULATION ON THE COMPUTERS.

Alexander S. Markov.

Scientific supervisor: professor, d.t.s. Eugeney M. Parfenov (chair IU-4).

Scientific consultant: docent Vladimir N. Pivovarov (chair RL-5)

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia.

Аннотация.

Цель работы: оценка и прогноз показателей надёжности и качества методами имитационного моделирования на ЭВМ.

Разработаны:

- методика имитационного моделирования процессов функционирования зубчатых механизмов, программы реализующие эти методики;
- методика проведения статистических экспериментов на моделях для получения параметров надёжности, качества и ресурса.

Abstract.

Purpose of work: estimate and prediction showing of reliability, quality and resource by methods of imitational simulation on the computers.

Was done:

- Method of imitational simulation process operation of gear, programs which realize those methods;
- Procedure statistic experiments on the models for getting parameters reliability, quality and resource.

Содержательная формулировка задачи исследования надёжности.

Надёжность как внутреннее свойство изделия (детали, сборки, прибора, системы, и т.д.) сохранять свои параметры в заданных пределах и в заданных условиях эксплуатации зависит от большого числа факторов, носящих, как правило, случайный характер.

В зубчатых механизмах к таким факторам в частности относятся:

- отклонение параметров элементов и механизма от проектных значений
- постепенный, обусловленный износом, уход параметров элементов (действующих напряжений, зазоров, кинематической погрешности и др.) за допустимые пределы, носящий также случайный характер и т.д.

Если известны уравнения или иные математические соотношения (неравенства, логические условия, формулы и др.), связывающие параметры элементов и входов зубчатого механизма с параметрами его выходов, то их (эти соотношения) можно полагать формальной математической моделью системы. А с учётом того, что входные параметры, параметры элементов и параметры выходов - случайные функции времени или случайные величины, то определённая таким образом математическая модель становится стохастической моделью.

Теперь можно формулировать задачу исследования надёжности функционирования зубчатого механизма как задачу исследования вероятностных свойств выходных параметров и параметров, характеризующих прочность элементов механизма, при заданных вероятностных характеристиках случайных параметров элементов и входов.

Так как полной вероятностной характеристикой случайной функции является её функционал распределения, а случайной величины её функция распределения, то для решения сформулированной задачи необходимо уметь строить функционалы и функции распределения. Это можно сделать следующим образом:

1. Выбираются критерии и вероятностные характеристики надёжности механизма.
2. Из технического задания, чертежей, справочников, путем экспериментов и т.п. устанавливается характер и количественные значения вероятностных характеристик параметров входа и элементов механизма (диапазоны значений и законы рассеяния размеров, показателей прочности, точности, твёрдости; диапазоны значений и законы распределения случайных составляющих входных воздействий и возмущений; и т.п.).
3. На множестве выборок реализаций случайных функций или значений случайных величин, являющихся

параметрами элементов и входов механизма, реализуется его стохастическая модель.

4. На совокупности решений (они получаются имитацией функционирования механизма на его стохастической модели) строятся статистические оценки вероятностных характеристик выходных параметров и параметров элементов механизма, т.е. функционалы или функции распределения и их моменты.

Таким образом, данным подходом реализуется схема метода статистического моделирования, основная идея которого состоит в том, что многократно воспроизводится с учетом случайных отклонений параметров формальная математическая модель процесса функционирования изделия.

Важнейшими параметрами технического состояния зубчатых механизмов, оговариваемыми в техническом задании на проектирование этих механизмов, являются параметры прочности и точности. При этом параметры прочности являются атрибутом отдельных передач, а параметры точности - всего механизма.

Наиболее распространёнными параметрами прочности являются коэффициенты запаса прочности зубьев при напряжениях изгиба или контактных. Они и приняты в данной работе в качестве параметров, контролируемых в процессе моделирования зубчатых механизмов. Снижение значения коэффициента запаса и прочности изношенных зубьев ниже установленного уровня хотя бы в одной передаче механизма классифицируется как отказ этой передачи, и, как следствие, отказ механизма в целом.

Одним из показателей точности мелкозубчатой передачи согласно ГОСТ 9178-83 является боковой зазор, а многоступенчатого механизма - свободный ход, складывающийся из боковых зазоров между зубьями пар, люфтов в опорах и упругих деформаций валиков и осей. Свободный ход не только характеризует точность зубчатого механизма, но и является одним из основных показателей его работоспособности, поскольку от его величины зависят ударные нагрузки на зубья, возникающие при колебательных режимах работы зубчатых передач.

Рост динамических нагрузок на зубья отдельных передач по мере увеличения зазоров в них проявляется в увеличении действующих напряжений и снижении соответствующих коэффициентов запаса. Таким образом, получается, что наблюдение в процессе моделирования за текущими значениями коэффициентов запаса позволяет косвенным путем учитывать влияние зазоров на работоспособность отдельных передач.

Для отдельных передач может быть задана допустимая величина износа. В этом случае текущее значение износа в передачах можно рассматривать как параметр их технического состояния, достижение которым предельного значения будет классифицировано как отказ передачи и, следовательно, механизма.

Работа механизма (элемента механизма) до предельного состояния характеризуется случайным временем τ - временем безотказной работы. Вероятностные характеристики случайной величины τ являются характеристиками надежности механизма (элемента). К ним относятся:

- средний ресурс T_{cp} , т.е. усреднённая, на совокупности моделей, средняя наработка до предельного состояния;
- дисперсия D времени достижения предельных состояний или среднеквадратическое отклонение σ времени τ от T_{cp} .

Математическая модель зубчатой передачи строится на основе следующих предположений / 4 /: инерционные характеристики элементов сосредоточены в дисках колёс; между зубьями колёс существуют зазоры, а при выборе зазоров проявляются силы упругого и демпфирующего противодействия; валы при скручивании имеют конечные жёсткость и демпфирование. Функционирование передачи с такой схемой описывается системой четырёх обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка, дополненных нелинейным алгебраическим уравнением, описывающим характеристику контактного взаимодействия зубьев при наличии зазоров. Для редуктора с n передачами получается система из $(4n+2)$ уравнений. Подобие структуры уравнений для каждой ступени позволяет автоматизировать процесс образования системы $(4n+2)$ уравнений, описывающих динамику редуктора.

Изнашивание рабочих профилей зубьев представляет собой процесс непрерывного изменения формы сопрягающихся поверхностей. Используемая математическая модель изнашивающегося зацепления учитывает непрерывное изменение формы зубьев и вызываемое им изменение силовых, геометрических и кинематических параметров передачи.

Рабочий профиль зуба изначально разбивается на ряд отрезков / 9 /. В процессе моделирования ведётся наблюдение за граничными точками элементов, которые как бы погружаются внутрь начального профиля зуба. По текущим положениям точек в любой момент можно определить текущее состояние поверхности зуба и значение зазоров. Процесс моделирования изнашивания в каждой точке строится на основе идей Дроздова и другими методами / 10 /.

Предложенные методики реализованы комплексом программ.

Структурно комплекс состоит из следующих подсистем:

- 1) Подсистема диалогового ввода параметров редуктора и автоматического формирования модели;
- 2) Подсистема моделирования динамики износа;
- 3) Подсистема надёжности.

Пакеты подсистемы ввода организуют ввод в режиме диалога всех необходимых параметров редуктора и его передач. Сюда относятся: конструктивные параметры (число передач, число зубьев, модули, размеры колёс,

предельные отклонения размеров колёс и т.д.), параметры материалов (предельные напряжения, твёрдость, вида термообработки и др.), особенности схем компоновки колёс на валах и ряд других. На основе этих данных в пакетах рассчитываются такие параметры, как моменты инерции колёс, валов и приведённые статические моменты на всех передачах, мёртвые хода передач и редуктора, жёсткость элементов кинематической цепи, коэффициенты демпфирования и др. Все введённые и рассчитанные параметры заносятся в файл со строго определённым расположением параметров. Этот файл является составной частью динамической модели редуктора.

Пакеты подсистемы моделирования динамики и износа организуют статистический эксперимент над моделью редуктора. Для этого среди них имеются программы генерации случайных возмущений нагрузки, случайных отклонений конструктивных параметров элементов редуктора в пределах полей допусков. На каждой стохастической модели (получается из исходной, добавлением случайных факторов) выполняется определённое число шагов моделирования, каждый из которых соответствует времени, в течение которого основные параметры редуктора можно считать неизменными. Это число либо задаётся, либо получается автоматически в процессе моделирования (напомним, что в этом случае моделирование процесса функционирования конкретной модели продолжается до отказа). Число шагов моделирования, умноженное на продолжительность шага, даёт одно из значений времени безотказной работы редуктора.

В подсистеме надёжности периодически по ходу моделирования динамики и износа проверяются текущие значения коэффициентов запаса по прочности и текущее значение суммарного мертвого хода (люфта) редуктора. Достижение ими предельных значений означает отказ редуктора.

Статистический эксперимент проводится над несколькими стохастическими моделями одного и того же редуктора. Статистический анализ времён их отказов позволяет получить временные параметры надёжности.

Литература.

5. Парфенов Е.М., Чапурев Электромеханические устройства радиоэлектронной аппаратуры - М.: Советское Радио, 1972., 6.3 п.л.
6. Благодарный В.М. Расчёт мелкомодульных зубчатых передач на износ и прочность - М.: Машиностроение, 1985., 128с.
7. Конструирование приборов (Под ред. В. Краузе) Кн1 - М.: Машиностроение, 1987., 384с.
8. Кузьмин И.С., Ражиков В.Н. Мелкомодульные цилиндрические зубчатые передачи. Расчёт, конструирование, испытание - Л.: Машиностроение, 1987., 272с.
9. Черновой А.А., Лукьященко В.И., Котин Л.В. Надёжность сложных систем - М.: Машиностроение, 1976., 288с.
10. ГОСТ 27.301-83. Прогнозирование надёжности изделий при проектировании.
11. Благодарный В.М. Методы и средства прогнозирования, ускоренные испытания и повышение надёжности элементов приводов механических систем летательных аппаратов - М.: МВТУ им. Н.Э. Баумана. 1987.
12. Горский Л.К. Статистические алгоритмы исследования надёжности - М.: Наука, 1970., 400с.
13. Гриб В.В. Решение триботехнических задач численными методами.
14. Дроздов Ю.Н. Трение и износ – М.: Наука, 1980., т.1, №3, с.417.

ПРОБЛЕМА БЕЗОПАСНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ЭЛТ-МОНИТОРОВ

Ремизов А.Б., студент 6-го курса

Научный руководитель: доцент, к.т.н. Камышная Э.Н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Конструирование и технология производства электронных систем»,
<http://iu4.bmstu.ru>

THE PROBLEM OF SAFETY OF MODERN MONITORS

Remisov A.B., student of 6-th course

The scientific chief: assistant professor Kamishnaya E.N.

Department IU4 BMSTU

Аннотация В работе обнародован анализ данных, полученных сотрудниками ЦОТРЭБ СО РАН и ГНПП «Циклон-Тест» на основе измерений параметров реально существующего парка компьютерных мониторов. Приведены рекомендации по организации рабочего места пользователя персональным компьютером.

Abstract Analysis of parameters of modern monitor is informed. Some concrete recommendations about organization works place of computer user are given.

Персональный компьютер превратился в конторский инструмент, доступ к которому получил не слишком подготовленный пользователь (современные операционные системы это учитывают), а самым распространенным видом деятельности стало считывание текстовой информации с дисплея и ее набор с использованием различных текстовых процессоров. Массовое распространение ПК, при всех плюсах этого явления, не позволяет забывать и о ряде отрицательных факторов, воздействующих на людей, проводящих рабочий день перед дисплеем. Поэтому выявление, оценка влияния и разработка мер по устранению или минимизации вредных воздействий сегодня приобрели еще большее значение, чем несколько лет назад.

В данной статье обнародован анализ данных, полученных сотрудниками Центра охраны труда, радиационной и экологической безопасности (ЦОТРЭБ) СО РАН и специалистами функционирующего на базе Государственного Научно-производственного предприятия «Циклон-Тест» аккредитованного Испытательного центра госсанэпидслужбы Минздрава России на основе измерений параметров реально существующего парка компьютерных мониторов.

Интенсивность ЭМИ и уровень поверхностного электростатического потенциала были исследованы на более чем 1000 мониторах, установленных в 20 организациях. Среди них были изделия южнокорейских фирм Samsung, LG (GoldStar) - 158 шт.; Sony, Panasonic, ViewSonic и других японских фирм — 120 шт.; Philips, Acer и других компаний Европы и США — 84 шт. Остальные видеотерминалы (далее ВТ) (более 30 типов) не поддаются четкой классификации по странам-разработчикам. По странам-производителям классифицировать ВТ не представилось возможным, так как эти данные в большинстве случаев отсутствуют. Можно лишь предполагать, что доля аппаратов «белой» сборки среди обследованных мониторов составляла не более 10%. При этом половину мониторов можно считать современными аппаратами, выпущенными после 1996 г.

Отрицательные факторы, воздействующие на пользователя ПК, можно разделить на две группы. Первые связаны с психологическими и физиологическими особенностями человека. Это монотонность работы операторов при вводе текстов, эмоциональные перегрузки, стрессы из-за вероятности как сбоев в системах, так и появления собственных ошибок, перегрузки ряда систем организма (глаз, мышц кисти, предплечья, шеи и спины). Немаловажен также и недостаток физической нагрузки на другие части организма. Факторы второй группы связаны с внешними условиями, в которых находится во время работы пользователь: нарушение эргономических требований на рабочем месте, дискомфортный микроклимат, различные излучения, недостаточная освещенность рабочей поверхности и т.п. Сюда же относятся факторы, связанные с особенностями конструкции устройств отображения информации — ВТ. Очевидно, что все факторы взаимосвязаны, поэтому необходим комплексный подход к рассмотрению их влияния на пользователя ПК с учетом их взаимной корреляции. Существуют также и социальные аспекты массового распространения ПК и компьютерных сетей. Анализ «нефизических» факторов — тема отдельного материала. В настоящей же работе рассмотрим основной набор вредных факторов, связанных с ВТ, — электромагнитные излучения (ЭМИ). Электромагнитные поля различной природы и интенсивности сопровождают работу всех приборов и устройств, использующих электрическую энергию. В современных ПК основным источником переменных электромагнитных полей разных частот и постоянного электростатического поля в силу конструктивных особенностей являются мониторы с электронно-лучевыми трубками, причем интенсивность излучений может

оказаться выше допустимых пределов. Терминалы других типов (на основе жидкокристаллических и плазменных панелей) могут служить источником очень слабых полей, не превышающих естественный электромагнитный фон, но они пока еще очень дороги и поэтому используются редко. При длительной работе, а также во взаимодействии с другими вредными факторами, сопровождающими эксплуатацию ПК, возникает эффект накопления воздействия электромагнитных полей, что может привести к ряду серьезных нарушений здоровья пользователей. Так на органы зрения влияют даже поля малой интенсивности (возможно развитие катаракты, глаукомы и других серьезных заболеваний), а электростатическое поле может вызвать отслоение роговицы глаза. Кроме того, электростатическое поле приводит к дефициту отрицательных аэроионов и к повышенной концентрации пыли в воздухе рабочей зоны. Последнее усугубляет негативное влияние электромагнитных полей на здоровье пользователя. Воздействие их на головной мозг со временем также может привести к серьезным заболеваниям — вплоть до развития злокачественных образований.

Существующие стандарты предъявляют жесткие требования как к параметрам компьютеров и мониторов, включая нормы на электромагнитные излучения разной частоты, так и к организации работы. Для последнего десятилетия характерно усиление внимания к безопасности пользователя ПК. Так, в 1990 г. Швеция приняла стандарт MPR 1990:8, на основе которого в 1992 г. в большинстве развитых стран был введен стандарт ТСО 9241-3-92. В России такие же требования изложены в санитарных правилах «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» (СанПиН 2.2.2.542-96), утвержденных Госсанэпиднадзором России в 1996 г., а также регламентированы ГОСТами: «Средства отображения информации индивидуального пользования. Общие эргономические требования и требования безопасности» (ГОСТ Р 50949) и «Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде» (ГОСТ Р 50923-96). Для выявления реальных значений ЭМИ от ВТ специалистами ЦОТРЭБ СО РАН проводились измерения уровней ионизирующей и, начиная с 1999 г., электромагнитной (НЧ- и ВЧ-диапазонов) составляющей их эмиссионных параметров.

Ионизирующая радиация. Современные ПК не имеют радиоактивных источников, а уровень рентгеновского излучения от дисплея с электронно-лучевой трубкой во много раз ниже даже современных (1999 г.) норм, установленных для населения. Это достигается вследствие применения в качестве экрана практически всех дисплеев толстого стекла, содержащего свинец. Измерения уровней мощности дозы рентгеновского излучения, проводимые специалистами Центра, полностью это подтверждают. Так, мощность экспозиционной дозы рентгеновского излучения с энергией выше 15 кэВ, даже от дисплеев выпуска 80-х гг., на расстоянии 5 см от ВТ во всех доступных точках не превышает 10-15 мкР/ч (0,003-0,004 мкР/с), при норме 50 (0,013 мкР/с). Уровень гамма-фона в точках измерения не превышал 10—13 мкР/ч.

Электромагнитные поля. Измерения электрической и магнитной составляющих ЭМИ показали, что около 85% ВТ (независимо от марки), выпущенных после 1996 г., соответствуют требованиям СанПиН 2.2.2.542-96 по эмиссионным параметрам. Только 10% таких ВТ имеют превышения по электрической составляющей ЭМИ в НЧ-диапазоне на 15-50% (напряженность поля 30—40 В на метр при норме 25). Обычно это связано с нарушением условий подключения ПК и ВТ к сети питания, а именно отсутствием защитного нулевого провода или некачественной связью с ним. Такие превышения устраняются приведением вышеупомянутых условий в соответствие с правилами электробезопасности. Сразу следует отметить, что связь корпуса системного блока с рабочим нулем сети питания недопустима, так как при обрыве этого провода корпус оказывается под «фазным» напряжением. Кроме того, при большой нагрузке в электрической сети на рабочем нуле наводится значительный потенциал, и сам корпус может являться источником ЭМИ частотой 50 Гц. Для правильного подключения обязателен защитный нулевой (третий) провод сети и связь с ним соответствующего провода ПК посредством специального контакта стандартной трехпроводной розетки (в обиходе именуется «евро-розетка»). Оставшиеся 5% приходятся на ВТ, имеющие превышения по высокочастотным составляющим ЭМИ и по поверхностному электростатическому потенциалу экрана из-за технических неисправностей самих ВТ: нарушение экранировки блока разверток и отсутствие контакта в системе антистатической защиты, при которых общая работоспособность ВТ сохраняется. Наличие таких неисправностей можно определить только по косвенным данным — уровню электромагнитного излучения конкретного терминала. Такие ВТ подлежат ремонту. Поверхностный электростатический потенциал ВТ, выпущенных после 1996 г., как правило, не превышает 100 В при норме до 500 В. Они оборудованы встроенной антистатической защитой — проводящим покрытием, нанесенным на внутреннюю (реже на внешнюю) поверхность стекла экрана и имеющим электрическую связь с общим проводом терминала. Иначе обстоит дело с ВТ выпуска до 1996 г. Так, по высокочастотной составляющей ЭМИ у 30% таких терминалов наблюдаются превышения, связанные с особенностями конструкции блока разверток ВТ, которые не устранимы без вмешательства в конструкцию монитора. Уровень поверхностного электростатического потенциала, как правило, в 30—40 раз превышает нормы. Измеренные значения потенциала составляют 15—20 кВ, и это связано с тем, что без антистатической защиты практически все ускоряющее напряжение электроннолучевой трубки наводится на поверхность экрана ВТ. Эксплуатация таких терминалов без защитного экрана, имеющего электрическую связь с металлическим корпусом ПК, недопустима. По уровню ЭМИ в НЧ-диапазоне терминалы выпуска до и после 1996 г. показали близкие характеристики. Были получены различные значения уровней напряженности электрического поля в области высоких частот для терминалов выпуска до и после 1996 г. при определении зависимости интенсивности ЭМИ от характера изображения на экране ВТ. Для этого проводились измерения эмиссионных параметров при работе

в DOS (темный экран с текстом командных строк), в оболочке Norton Commander («заливка» синего цвета) и полноэкранным окне Windows с белой «заливкой». Современные же ВТ имеют практически одинаковый уровень напряженности электрического поля во всех режимах работы, что можно объяснить действием встроенной защиты. В то же время мониторы, выпущенные до 1996 г., при работе в режиме Norton Commander и Windows имеют уровни напряженности электрического поля в области высоких частот на 15— 60% больше, чем при работе в режиме DOS. Это связано в первую очередь с системой управления интенсивностью электронных пучков. По другим эмиссионным характеристикам зависимости значений напряженности от режима работы не наблюдалось.

Специалисты ЦОТРЭБ СО РАН исследовали также, насколько ослабляют поверхностный электростатический потенциал защитные экраны различных типов. В обследованной группе наибольшее ослабление (в 50-100 раз) продемонстрировали экраны «Русский щит», выполненные по той же технологии, что и антистатическая защита современных ВТ. Многие другие экраны представляют собой лишь проводящую рамку со стеклом без антистатического покрытия и ослабляют потенциал всего в 3-4 раза.

Специалисты функционирующего на базе Государственного Научно-производственного предприятия «Циклон-Тест» аккредитованного Испытательного центра госсанэпидслужбы Минздрава России проводили собственные исследования современных мониторов. В процессе исследований, проведенных специалистами ГНПП «Циклон-Тест», установлено, что экран дисплея создает классически известный электростатический потенциал, с которым борются (и успешно) разработчики дисплеев и переменное электрическое поле. При изменении характера изображения на экране дисплеев уровень этого поля может модифицироваться более чем в десять (!!!) раз и заметно превышать значения, зафиксированные при тестовых испытаниях. Причем данные эффекты в большей степени проявляются у современных дисплеев на электронно-лучевых трубках, характеризующихся высокой четкостью воспроизведения картинка на своем экране. Результаты измерений полей одного из типов современных дисплеев при различном характере изображения на его экране представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты измерения полей одного из типов современных дисплеев при различном характере изображений на экране

Изображение на экране дисплея	Напряженность поля, В/м	
	Диапазон 5 Гц—2 кГц	Диапазон 2 кГц—400 кГц
Панель Norton Commander	12	0,7
Хранитель экрана «Звездная ночь»	8	0,3
Текст в редакторе MS Word 97	43	1,1
Белый экран в редакторе MS Word 97	48	1,4
Режим просмотра в редакторе MS Word 97	53	1,7
Буква «М» черная по ГОСТ Р 50949-96	21	1,2
Буква «М» белая по ГОСТ Р 50949-96	18	1,4

Глядя на эту таблицу, нужно помнить, что экологически безопасная норма в соответствии с требованиями СанПиН 2.2.2.542-96 составляет 25 В/м и 2,5 В/м для диапазонов частот 5 Гц—2 кГц и 2 кГц—400 кГц соответственно. Нюансы зависимости излучательных характеристик мониторов от типа изображения на их экране не выявляются (и не могут быть выявлены) при официальных сертификационных испытаниях. Дело в том, что в соответствии с требованиями Государственного стандарта Российской Федерации к методам измерения параметров безопасности видеодисплейной техники (ГОСТ Р 50949-96) контроль ее электрических и магнитных полей при сертификационных испытаниях осуществляется в режиме, когда все поле экрана заполнено черной буквой «М» на белом фоне или белой буквой «М» на черном фоне. Эти режимы имеют мало общего с реальными условиями работы пользователя. Часто пользователь работает с программами не в полноэкранном, а в оконном режиме. Это приводит к дополнительному двукратному повышению уровня поля в диапазоне частот 5 Гц—2 кГц. Более тщательные исследования показывают, что при изменении характера изображений на экране меняется не только интегральный уровень излучаемых монитором полей, но и их спектральный состав. Создаваемое экраном переменное электрическое поле при определенном характере изображения на экране может значительно превышать поля, создаваемые другими элементами монитора, и, что особенно существенно, оно пространственно ориентировано в направлении пользователя.

Эффективная защита от такого поля — экранный фильтр (в обязательном порядке сертифицированный по параметрам, характеризующим качество снижения электрических полей в диапазоне частот 5 Гц—400 кГц). Как показывает практика, уровни полей во всех режимах работы с изображением на экране современных сертифицированных мониторов с таким защитным фильтром не превышают 8 В/м (при санитарной норме 25 В/м) в диапазоне частот 5 Гц—2 кГц и 0,2 В/м (при санитарной норме 2,5 В/м) в диапазоне частот 2 кГц—400 кГц.

Для проведения измерений уровней ЭМИ были использованы приборы V&E-МЕТР-АТ-002 и СТ-01 производства АО «МТМ Защита». Данные устройства сертифицированы, проверены и позволяют измерять эмиссионные параметры ВТ в соответствии с СанПиН 2.2.2.542-96 и ГОСТ Р 50949-96. В частности, V&E-МЕТР-АТ-002 обеспечивает прямое определение электрической и магнитной составляющих переменного ЭМИ в двух частотных диапазонах: НЧ (5 Гц—2 кГц) и ВЧ (2-400 кГц). Измерения проводились в трех плоскостях на расстоянии 50 см от центра экрана. Прибор СТ-01 обеспечивает прямое измерение электростатического потенциала на поверхности экрана. Режим работы терминала во время эксперимента устанавливался стандартным (средние значения яркости и контрастности) при выводе окна Windows белого цвета размером во весь экран.

Иногда при работе на компьютерах с ЭЛТ-мониторами приходится сталкиваться с эффектом нестабильности изображения на экранах, вызванным воздействием на электронный луч монитора внешнего магнитного поля промышленной частоты 50 Гц. Фактически монитор, прошедший сертификацию и проявивший себя при испытаниях как безопасный, при использовании его в помещениях с высоким уровнем внешнего магнитного поля становится опасным для здоровья и уже не обеспечивает соблюдения требований, регламентированных СанПиН 2.2.2.542-96, непосредственно на рабочем месте. Эксперименты показывают, что у 14- и 15-дюймовых мониторов дрожание изображения возникает при значениях внешнего магнитного поля более 1000 нТл. Критическая величина поля снижается до 500 нТл у мониторов с размером экрана 17 дюймов и более. Магнитные поля такого уровня сплошь и рядом возникают в помещениях и офисах фирм, расположенных в производственных зданиях.

Данный эффект, возникающий уже в процессе эксплуатации мониторов, не выявляется (и не может быть выявлен) при их официальных сертификационных испытаниях, так как проверка устойчивости мониторов к воздействию низкочастотных магнитных полей с критерием пространственной и временной стабильности изображения в настоящее время в России не предусмотрена. Ситуация еще более осложняется тем, что действующие в настоящее время в России нормативы (СанПиН 2.2.4.723-98) допускают наличие в производственных помещениях низкочастотных магнитных полей до 100000 нТл. Системы энергоснабжения зданий и помещений проектируются исходя из этой нормы. Если после замены одного монитора вторым-третьим опасная для глаз пользователя нестабильность изображения на экране не исчезает, смело можно утверждать — причина в высоком уровне внешнего магнитного поля промышленной частоты 50 Гц в зоне расположения данного рабочего места.

Методы борьбы с повышенным магнитным фоном существуют, но общие рекомендации пока дать трудно. Много зависит от конкретных условий организации системы электропитания в помещениях и зданиях. (Но прежде всего, конечно, следует убедиться, что проблема не может быть решена установкой более высокой частоты кадровой развертки — практика показывает, что во многих организациях пользователи жалуются на качество мониторов и зрительную усталость, даже не подозревая о том, как легко могут быть устранены их трудности.)

Безопасность определяется не только уровнем электромагнитных полей — особенно важным параметром является частота обновления экрана, которая определяет его мерцание. И тут можно пользоваться правилом: для 15-дюймовых мониторов достаточен уровень обновления 75 герц, для мониторов с большим размером экрана желательно установить частоту обновления не ниже 85 герц (можно и больше, но есть исследования, утверждающие, что частота выше 110 Гц приводит к побочным негативным явлениям, поскольку люминофор не успевает так быстро гаснуть, и изображение накапливает эффект послесвечения).

Не менее важным фактором безопасности является качество изображения, поскольку нерезкие очертания текста, раздвоение линий, смещение цветов или нестабильность картинки могут вызвать не меньшую головную боль, чем мерцающий экран. Эти характеристики носят качественный характер, но их можно проверить не только в работе. Есть тесты качества изображения, которые позволяют оценить и при возможности отрегулировать такие характеристики изображения, как сведение лучей, резкость, контрастность и яркость, геометрические искажения, чистота основных цветов и др. Самый распространенный из этих тестов — программа Nokia Monitor Test, которую часто применяют для быстрой проверки в компьютерных салонах. Она доступна всем желающим на сайте компании Nokia.

Анализ проведенных измерений, условий труда пользователей, организации их рабочего места позволяет сделать некоторые рекомендации:

-Если вы только собираетесь обзавестись «персоналкой», то не жалейте средств на дисплей и приобретайте новый современный терминал с хорошим экраном.

-Проверьте, чтобы электрическая сеть питания имела три провода - фаза, ноль и защитный ноль. Не успокаивайтесь, если у вас установлена трехполюсная розетка, попросите электрика снять ее корпус и убедитесь, что к ней подходят три провода, а не стоит перемычка на заземляющий контакт.

-Если компьютер подключается к двухпроводной электрической сети — потребуйте, чтобы к розетке подвели дополнительный (третий) провод от «нуля» распределительного устройства на вводе в здание. При установке ПК в квартире можно использовать защитный нулевой провод электроплиты.

-Оборудуя рабочее место, обратите внимание на расстояние от тыльной стороны монитора до другого рабочего места — оно должно составлять не менее 1,5 м, экран компьютера от ваших глаз не должен быть ближе 0,7 м.

-Если вы используете монитор, выпущенный до 1996 г., обязательно установите защитный экран и соедините его провод с корпусом системного блока. Измерьте уровни ЭМИ и при наличии превышений замените терминал.

-При организации работы и рабочего места следует руководствоваться санитарно-гигиеническими нормами.

Литература

1. Домашний компьютер, №3 1999, Истинное лицо компьютера, А. Ерохин.
2. Мир ПК, №8 2000, Еще раз об условиях труда операторов ПК, В.В. Панасюк, В.И. Фомин.
3. Hard'n'Soft, №7 2000, О проблемах безопасности современных ЭЛТ-мониторов, А.И. Афанасьев.

РЕАЛИЗАЦИЯ ОПТИМИЗАЦИИ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ВЕРОЯТНОСТНЫМ МЕТОДОМ В ППП «ОПТИМА»

Кязжин А.В., Гусаров М.Ю.

Научный руководитель: к.т.н., профессор Чеканов А.Н.

Научный консультант: Захаржевский Сергей

МГТУ им Баумана. г.Москва. Россия.

OPTIMIZATION OF LOAD-CARRYING STRUCTURES WITH PROBABILISTIC METHOD IN PROJECT "OPTIMA"

Kjzhkin A.V.

Professor Chekanov A.N.

MSTU after Bauman. Moscow. Russia

zsb@atom.ru

Аннотация. В докладе отражены основные аспекты разработки пакета прикладных программ для автоматизированной вероятностной оптимизации в прочностных расчетах несущих конструкций. Кратко изложены теоретические основы оценки прочности конструкций вероятностными методами. А также проведен краткий анализ перспективности предложенного пакета в сравнении с существующими программами.

Abstract. The main aspects of developing the project for automatic probabilistic optimization in stress calculations of load-carrying structures are mentioned. Theoretical basics of stress analysis of load-carrying structures with probabilistic methods are written briefly. Also a short analysis of the perspectives of suggested program in comparison with existing one is done.

Радиоэлектронная аппаратура, работающая в условиях сложных внешних воздействий, требует определения несущей способности ее опорных конструкций. Однако в случае статически неопределимых систем несущую способность всей конструкции невозможно выразить однозначно, например, в виде оценки запаса прочности. Даже использование характеристики запаса прочности, в вероятностной трактовке, не позволяет оценить допустимые нагрузки всей несущей конструкции, поскольку и эта характеристика не обладает интегральными свойствами.

Разработанный нами пакет программного обеспечения позволяет обосновать распределение приложенных нагрузок с целью увеличения вероятности безотказной работы несущих конструкций в условиях ограниченности массогабаритных характеристик. В практике конструирования эта задача получила большее распространение, чем двойственная ей задача оптимизации, когда из условия заданного уровня вероятности безотказной работы добиваются минимальной массы конструкции. Основные функции рассматриваемой задачи - выбор направления поиска в сторону оптимального решения.

В основу построения вероятностной модели положен математический аппарат, основанный на том, что каждый элемент несущей конструкции 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 несущих конструкций позволяет наиболее полно учитывать многие случайные величины и законы их распределения.

Максимизация вероятности безотказной работы системы при заданном ограничении на массу конструкции производится с использованием метода неопределенных множителей

Лагранжа. Однако в классической трактовке метод требует построения системы уравнений с учетом ограничения и решения ее с целью нахождения оптимальной точки. Воспользоваться методом в такой постановке весьма сложно, так как он требует составления большого числа уравнений, описывающих работоспособность многочисленных разнообразных элементов конструкции. Использование метода ограничено из-за того, что полученные сложные функции работоспособности необходимо продифференцировать, чтобы получить первую производную, как требует метод Лагранжа.

С целью решения задачи оптимизации несущей конструкции использован искусственный прием, который позволил разрешить вышеприведенные проблемы, но потребовал дополнительных итераций при оптимизации. Смысл адаптации метода множителей Лагранжа заключается во введении коэффициента перераспределения массы. Между массой элемента и вероятностью безотказной работы существует зависимость, получить которую в математической форме достаточно сложно, однако очевидно, что увеличение массы элемента при статической оптимизации ведет к его более высокой надежности.

Вводя коэффициент вариации массы в метод множителей Лагранжа, можно добиться выполнения двух условий:

- 1) объединения уравнения работоспособности элемента и уравнений ограничения общей переменной, которая и определяется путем решения системы уравнений;
- 2) упрощения системы уравнений, что позволяет легко найти первую производную и, как следствие, быстро решить задачу на ЭВМ даже при большом числе элементов несущей конструкции.

Для того, чтобы в пределах одного пакета прикладных программ можно было одновременно проводить анализ и оптимизацию путем итерационного поиска, необходимо вызывать циклически ту часть пакета, которая выполняет задачу анализа. В качестве этой части была создана программа, позволяющая определять внутренние силовые факторы различных типовых конструкций с помощью метода конечных элементов.

Основной единицей представления конструкции в этом анализе является конечный элемент - геометрически упрощенное представление малой части физической конструкции. Модель конструкции создается из дискретных конечных элементов, которые образуют сетку (решетку). Созданная для расчета конечно-элементная модель - это лишь приближенное представление реальной конструкции, позволяющее анализировать ее реакцию на внешнее воздействие.

Предложенный пакет позволяет также проводить анализ конструкций, работающих в динамическом режиме нагружения, что дает возможность использовать эту программу для решения задач динамической оптимизации. Для любой модели может быть найден набор низших частот свободных колебаний и соответствующие им формы колебаний. Можно также вычислять напряжения, соответствующие определенным формам колебаний и получить изображение деформированной конструкции. Конструкция может быть подвергнута действию нагрузки, изменяющейся во времени по заданному закону (можно задавать линейные, кусочно-линейные, гармонические, случайные законы, а также реализации землетрясений и прикладывать такие воздействия независимо или в различных сочетаниях).

Среди современного программного обеспечения имеются аналоги разработанного пакета прикладных программ, позволяющие решать задачи по проектированию и оптимизации несущих конструкций. Однако следует заметить, что критериями оптимизации в этих программах являются, в основном, предельные значения физических параметров, такие как действующее механическое напряжение по критерию Мизеса, масса

несущих конструкций при заданном пределе текучести и т.д. Среди конкурирующих пакетов были рассмотрены:

1. Cosmos. Разработчик – фирма Digital Solutions. Анализирует несущие конструкции на воздействие статических и динамических нагрузений. Позволяет проводить только однопараметрическую оптимизацию. Сложный, запутанный интерфейс. Для решения серьезных задач не пригоден. Операционная система MS-DOS, минимальные требования к аппаратному обеспечению – компьютер на базе процессора 486.

2. Ansys – В своем составе этот расчетный комплекс имеет средства анализа несущих конструкций. Оптимизация однопараметрическая. Нет возможности проводить вероятностную оптимизацию. Используется для решения широкого круга научных и практических задач анализа несущих конструкций. Операционная система MS-DOS, минимальные требования к аппаратному обеспечению – компьютер на базе процессора 486.

3. Nastran – Как и Ansys имеет средства анализа несущих конструкций. Основное достоинство этого пакета – универсальность программного интерфейса, что дало возможность использования его как расчетного блока таких САПР, как Unigraphics, Pro/Engineer и др. Ориентированность этого пакета прикладных программ на работу в составе других САПР привела к тому, что выполнение оптимизации занимает много времени. Связано это с необходимостью переключения между Nastran и другой САПР. Операционная система – Windows, минимальные требования к аппаратному обеспечению – компьютер на базе процессора Pentium.

4. Pro/Mechanica – Разработчик фирма Parametric Solutions. Является неотъемлемой частью системы Pro/Engineer. Оптимизация может быть многопараметрической, но нет возможности проводить вероятностную оптимизацию. Операционная система – Windows NT, Unix, Solaris. Интерфейс позаимствован из системы Unix, что несколько необычно для пользователей России, привыкших видеть стандартный интерфейс Windows. Минимальные требования к аппаратному обеспечению – компьютер на базе процессора Pentium.

Исходя из проведенного выше сравнения, можно сделать вывод о том, что отсутствие вероятностной оптимизации делает существующие программы малоприспособленными для оценки несущей способности сложной статически неопределимой конструкции.

Литература

1. Чеканов А.Н. Вероятностные расчеты и оптимизация несущих конструкций. Учебное пособие. – М.: ИЧП «Издательство Магистр», 1997.
2. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Физматгиз, 1962.
3. Капур К., Ламберсон Л. Надежность и проектирование систем. – М.: Мир., 1980.
4. Смотрицкий Х.Л., Чукарев П.А. К вопросу об оптимальном резервировании аппаратуры. – Известия АН СССР, сер. Энергетика и автоматика, №4, 1959.