

УДК 65.012.45

Слюсаренко Ю.А., Шипулин А.А., Гриневич Ю.С., Максимов Р.В.

## ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ ЛОКАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ КРУПНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

### 1. Обзор современных сетевых технологий

Компьютерной сетью называют совокупность узлов (компьютеров, терминалов, периферийных устройств), имеющих возможность информационного взаимодействия друг с другом с помощью специального коммуникационного оборудования и программного обеспечения.

Размеры сетей варьируются в широких пределах – от пары соединенных между собой компьютеров, стоящих на соседних столах, до сотен миллионов компьютеров, разбросанных по всему миру (часть из них может находиться на космических объектах).

По широте охвата принято деление сетей на несколько категорий – локальные и глобальные.

*Локальные вычислительные сети (ЛВС) или LAN(Local-Area Network)*, позволяют объединять компьютеры, расположенные в ограниченном пространстве. Для локальных сетей, как правило, прокладывается специализированная кабельная система, и положение возможных точек подключения абонентов ограничено этой кабельной системой. Последние годы в локальных сетях всё чаще используют беспроводную связь (*Wireless*) с помощью Wi-Fi роутеров рисунок 1.1, но при этом возможности перемещения абонентов сильно ограничены радиусом действия роутера – не более 100 метров на «прямой видимости».



Рисунок 1.1 – Wi-Fi роутер

Локальные сети можно объединять в крупномасштабные образования [4]:

CAN (*Campus–Area Network*)– кампусная сеть, объединяющая локальные сети близко расположенных зданий;

MAN (*Metropolitan–Area Network*) – сеть городского масштаба;

WAN (*Wide–Area Network*) – широкомасштабная сеть;

GAN (*Global–Area Network*) – глобальная сеть.

Сетью сетей в наше время называют *глобальную сеть – Интернет*, в которой насчитываются сотни миллионов компьютеров и эта сеть расширяется с каждым днём.

Для крупных сетей устанавливаются специальные проводные и беспроводные линии связи или используется инфраструктура существующих публичных средств связи. В последнем случае абоненты компьютерной сети могут подключаться к сети в относительно произвольных точках, охваченных сетью телефонии или кабельного телевидения.

Понятие интранет (Intranet) обозначает внутреннюю локальную сеть организации, где важны два момента:

– изоляция или защита внутренней сети от внешней – Интернет;

– использование сетевого протокола IP и Web-технологий (прикладного протокола HTTP) с целью организации доступа пользователей к ресурсам оборудования, подключенного к локальной сети.

В аппаратном аспекте применение технологии *Интранет* означает, что все абоненты сети в основном обмениваются данными с одним или несколькими серверами, на которых сосредоточены основные информационные ресурсы предприятия, но при этом так же существует возможность и обмена между компьютерами (рабочими станциями или терминалами) пользователей.

В сетях применяются различные сетевые технологии. Каждой технологии соответствуют свои типы оборудования.

Оборудование компьютерных сетей подразделяется на активное – интерфейсные (сетевые) карты компьютеров, повторители, концентраторы и т.п. и пассивное – кабели, соединительные разъемы, коммутационные панели и т.п. Кроме того имеется вспомогательное оборудование – устройства

бесперебойного питания, кондиционирования воздуха, монтажные стойки, шкафы, кабелепроводы.

Оборудование компьютерных сетей подразделяется на конечные системы (устройства), являющиеся источниками и/или потребителями информации, и промежуточные системы, обеспечивающие прохождение информации по сети. На рисунке 1.2 приведен пример локальной вычислительной сети, использующей локальное сетевое оборудование и туннели VPN сквозь глобальную сеть Интернет, с целью объединения территориально разнесенных пользователей различных филиалов в единую сеть предприятия.



Рисунок 1.2 – Оборудование компьютерных сетей

К конечным системам относят компьютеры, терминалы, сетевые принтеры, сканеры, факс-машины, кассовые аппараты, считыватели штрих-кодов, средства голосовой и видеосвязи и любые другие периферийные устройства.

К промежуточным системам относят концентраторы, повторители, мосты, коммутаторы, хабы, маршрутизаторы, роутеры, модемы и прочие телекоммуникационные устройства, а также соединяющая их кабельная или беспроводная инфраструктура.

Действием, *полезным* для пользователя сети, является обмен информацией между конечными устройствами и пользователями.

Для активного коммуникационного оборудования применимо понятие производительность. В идеале производительность коммуникационного оборудования должна быть столь высокой, чтобы обеспечивать обработку передаваемой информации, приходящейся на все интерфейсы сети, работающие на их полной скорости (*wire speed*).

Для организации обмена информацией в сети отделом информационных технологий предприятия должен быть разработан, внедрен и настроен комплекс программных и аппаратных средств, распределенных по всем устройствам сети, организована эксплуатационная поддержка пользователей сети.

## 2. Систематизация и унификация способов коммуникации между сетевыми устройствами

Для систематизации и унификации способов коммуникации между сетевыми устройствами *международной организацией ISO* [5] была разработана модель взаимосвязи открытых систем BOS-OSI (*Open System Interconnection*). Она основана на уровневых протоколах, что позволяет обеспечить:

- разделение логически сложной сети на обозримые части – уровни;
- стандартные интерфейсы между сетевыми функциями;
- аналогичность функций реализуемых в каждом узле сети;
- общий язык для взаимопонимания разработчиков различных частей сети.

Функции любого узла сети разбиваются на уровни, для конечных систем их семь. Внутри каждого узла взаимодействие между уровнями идет по вертикали. Взаимодействие между двумя узлами логически происходит по горизонтали – между соответствующими уровнями. Каждый уровень обеспечивает свой набор сервисных функций (сервисов), “прикладная ценность” которых возрастает с повышением уровня. Уровень, с которого посылается запрос, и симметричный ему уровень в отвечающей системе формируют свои блоки данных. Данные снабжаются служебной информацией (заголовком) данного уровня и спускаются на уровень ниже, пользуясь сервисами соответствующего

уровня.

Службная информация управляет процессами передачи и служит для контроля его успешности и достоверности. В случае возникновения проблем может быть сделана попытка их уладить на том уровне, где они были обнаружены. Если уровень не может решить проблему, он сообщает о ней на вызвавший его вышестоящий уровень.

Стандарты на различные технологии и протоколы, как правило, охватывают один или несколько смежных уровней. Комплекты протоколов нескольких смежных уровней, пользующихся сервисами друг друга (сверху вниз), называют протокольными стеками (*protocol stack*). Пример протокольного стека, широко используемого в современных сетях – TSP/IP.

Уровни модели OSI удобно рассматривать сверху вниз:

«7» – Прикладной уровень (*application layer*) – высший уровень модели, который обеспечивает пользовательской прикладной программе доступ к сетевым ресурсам. Примеры задач уровня: передача файлов, электронная почта, управление сетью.

«6» – Уровень представления данных (*presentation layer*) – обеспечивает преобразование кодов, форматов файлов, сжатие и распаковку, шифрование и дешифрование данных. Пример протокола – SSL (*Secure Socket Layer*), обеспечивающий конфиденциальность передачи данных в стеке TSP/IP.

«5» – Сеансовый уровень (*Session Layer*) – обеспечивает инициацию и завершение сеанса – диалога между устройствами, синхронизацию и последовательность пакетов в сетевом диалоге, надежность соединения до конца сеанса (обработку ошибок, повторные передачи).

«4» – Транспортный уровень (*transport layer*) – отвечает за передачу данных от источника до получателя с уровнем качества (пропускная способность, задержка прохождения, уровень достоверности), затребуемым сеансовым уровнем. Если блоки данных, передаваемые с сеансового уровня, больше допустимого размера пакета для данной сети, они разбиваются на несколько нумерованных пакетов. На этом уровне определяются пути передачи, которые для соседних пакетов могут быть разными. На приемной стороне пакеты собираются и в должной последовательности передаются на сеансовый уровень.

«3» – Сетевой уровень (*network layer*) – форматирует данные транспортного уровня и снабжает их информацией, необходимой для маршрутизации (нахождения пути к получателю). Уровень отвечает за адресацию (трансляцию физических и сетевых адресов, обеспечение межсетевого взаимодействия); поиск пути от источника к получателю; установление и обслуживание логической связи между узлами для установления связи как ориентированной, так и неориентированной на соединение. Форматирование данных осуществляется в соответствии с коммуникационной технологией (локальные и глобальные сети).

«2» – Канальный уровень (*data link layer*) – обеспечивает формирование фреймов (кадров), передаваемых через физический уровень, контроль ошибок и управление потоком данных.

«1» – Физический уровень (*physical layer*) – нижний уровень, обеспечивающий физическое кодирование бит кадра в электрические сигналы и передачу их по линиям связи. Определяет тип кабелей и разъемов, назначение контактов и формат физических сигналов.

В реальных сетях используются различные протокольные стеки, и далеко не всегда возможно практическое разделение систем на уровни модели OSI с возможностью обращения к каждому из них. Ради повышения производительности количество уровней уменьшается до 3–4 с объединением функций смежных уровней.

При всем разнообразии подходов к реализации верхних уровней стеков стандартизация на физическом, канальном и сетевом уровнях соблюдается довольно строго. Здесь играет роль необходимость обеспечения совместимости сетевых устройств от разных производителей.

### 3. Классификация локальных вычислительных сетей

Локальные сети можно классифицировать по топологии входящих в них элементов [6]. Локальные сети состоят из конечных и промежуточных устройств, соединенных кабельной системой или беспроводной связью.

Каждая сетевая технология имеет характерную для нее топологию соединения узлов сети и метод доступа к среде передачи данных. Различают физическую топологию, определяющую правила физических соединений узлов и логическую топологию, определяющую направление потоков данных между узлами сети. Логическая и физическая топологии относительно независимы друг от друга. Физические топологии – шина, звезда, кольцо, дерево, сетка. На рисунке 3.1 представлена топология локальных вычислительных сетей.

В логической шине информация, передаваемая одним узлом, одновременно доступна для всех узлов, подключенных к одному сегменту. Логическая шина реализуется на физической топологии шины,

звезды, дерева, сетки. В логическом кольце информация передается последовательно от узла к узлу. Каждый узел принимает кадры только от предыдущего узла и посылает только последующему.

*Методы доступа к сетевой среде* делятся на вероятностные и детерминированные.

При вероятностном методе доступа узел, желающий послать кадр в сеть, прослушивает линию. Если линия занята или обнаружена коллизия (столкновение сигналов от двух передатчиков), попытка передачи откладывается на некоторое время. Общий недостаток вероятностных методов доступа – неопределенное время прохождения кадра, резко возрастающее при увеличении нагрузки на сеть, что ограничивает его применение в системах реального времени.

При детерминированном методе узлы получают доступ к среде в предопределенном порядке. Последовательность определяется контроллером сети. Основное преимущество метода – ограниченное время прохождения кадра, мало зависящее от нагрузки.

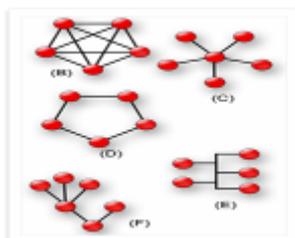


Рисунок 3.1 – Топология локальных вычислительных сетей: (B) – Ячеистая; (C) – Звезда; (D) – Кольцо; (E) – Общая шина; (F) – Древовидная

*Сети с большой нагрузкой* требуют более эффективных методов доступа. Один из способов повышения эффективности – перенос управления доступом от узлов в кабельные центры. При этом узел посылает кадр в коммуникационное устройство. Задача этого устройства – обеспечить прохождение кадра к адресату с оптимизацией общей производительности сети и обеспечением уровня качества обслуживания, требуемого конкретными приложениями, например, Geo 2.0, Windchill, 1С:Предприятие и др.

#### 4. Состав и назначение сетевого оборудования

Современные компьютерные сети представляют собой довольно сложные, распределенные аппаратно-программные комплексы, способы, построения которых неоднозначны и многогранны. Конечное сетевое оборудование является одновременно источником и получателем информации, передаваемой по сети.

**Компьютеры**, подключенные к сети, являются самым универсальным узлом. Прикладное использование компьютеров в сети определяется программным обеспечением и установленным дополнительным оборудованием. Установка мультимедийного оборудования в компьютер превращает его в IP-телефон, видеотелефон, терминал видеоконференцсвязи. Сетевой интерфейс обеспечивается адаптером локальной сети и программными средствами загружаемой операционной системы. Для дальних коммуникаций используется модем внутренний или внешний. С точки зрения сети, «лицом» компьютера является его сетевой адаптер – устройство, имеющее уникальный MAC-адрес и обеспечивающее двусторонний обмен данными между вычислительной машиной и локальной сетью. Тип сетевого адаптера должен соответствовать назначению компьютера и его сетевой активности.



**Сервер** (или *главный сервер*) является специальным компьютером, рассчитанным на высокую сетевую активность. Если к сети подключено более 20 пользователей, то одноранговая сеть, где компьютеры выступают в роли и клиентов, и серверов, может оказаться недостаточно производительной. Поэтому большинство сетей использует выделенные главные серверы. Выделенным называется такой сервер, который функционирует только как сервер (исключая функции клиента или рабочей станции). Он специально оптимизирован для быстрой обработки запросов от сетевых клиентов и для управления защитой файлов и каталогов. За последние 10 лет сети на основе сервера стали промышленным стандартом. С увеличением размеров сети и объема сетевого трафика необходимо пропорционально увеличивать количество



серверов. Распределение задач среди нескольких серверов гарантирует, что каждая задача будет выполняться самым эффективным способом из всех возможных.

*Серверные операционные системы Windows Server 2008\2012 R2* позволяют создавать различные типы серверов.

*Файл-серверы* и *принт-серверы* – управляют доступом пользователей соответственно к файлам и принтерам. Например, чтобы работать с текстовым процессором, Вы, прежде всего, должны запустить его на своем компьютере. Документ текстового процессора, хранящийся на файл-сервере, загружается в память Вашего компьютера, и, таким образом, Вы можете работать с этим документом на своем компьютере. Другими словами, файл-сервер предназначен для хранения файлов и данных.

На серверах приложений выполняются прикладные части клиент-серверных приложений, а также находятся данные, доступные клиентам. Например, чтобы упростить извлечение данных, серверы хранят большие объемы информации в структурированном виде. Эти серверы отличаются от файл- и принт-серверов. В последних файл или данные целиком копируются на запрашивающий компьютер. А в сервере приложений (например серверы 1С:Предприятие, Windchill – Creo 2.0 и др.) на запрашивающий компьютер пересылаются только результаты запроса. Приложение-клиент на удаленном компьютере получает доступ к данным, хранимым на сервере приложений. Однако вместо всей базы данных на Ваш компьютер с сервера загружаются только данные, сформированные в результате Вашего запроса.

*Почтовые серверы* управляют передачей электронных сообщений между пользователями сети.

*Факс-серверы* управляют потоком входящих и исходящих факсимильных сообщений через один или несколько факс-модемов.

*Коммуникационные серверы* управляют потоком данных и почтовых сообщений между этой сетью и другими сетями, мейнфреймами или удаленными пользователями через модем и телефонную линию.

*Служба каталогов (Active Directory)* в серверных операционных системах Windows Server 2008\2012 R2 позволяет организовывать централизованное управление всеми объектами сети, объединяя компьютеры в домены и домены между собой, интегрируясь с DNS, обеспечивая полнофункциональную систему защиты.

В расширенной сети использование серверов разных типов приобретает особую актуальность. Необходимо учитывать все возможные нюансы, которые могут проявиться при разрастании сети, с тем, чтобы изменение роли определенного сервера в дальнейшем не отразилось на работе всей сети.

*Сети построенные на основе сервера или группы серверов обладают следующими преимуществами:*

– разделение ресурсов – сервер спроектирован так, чтобы предоставлять доступ к множеству файлов и принтеров, обеспечивая при этом высокую производительность и защиту. Администрирование и управление доступом к данным осуществляется централизованно. Ресурсы, как правило, расположены также централизованно, что облегчает их поиск и поддержку;

– резервное копирование данных – поскольку жизненно важная информация расположена централизованно, т.е. сосредоточена на одном или нескольких серверах, нетрудно обеспечить ее регулярное резервное копирование (*backup*);

– избыточность – благодаря избыточным системам данные на любом сервере могут дублироваться в реальном времени, поэтому в случае повреждения основной области хранения данных информация не будет потеряна — легко воспользоваться резервной копией при наличии «Reid» массивов не менее двух жестких дисков, установленных на сервере;

– количество пользователей – сети на основе сервера способны поддерживать *тысячи* пользователей. Сетями такого размера, будь они одноранговыми, было бы невозможно управлять;

– аппаратное обеспечение компьютеров пользователей – так как компьютер пользователя не выполняет функций сервера, требования к его характеристикам зависят только от потребностей самого пользователя.

При подключении сервера к сети необходимо использовать полнодуплексные высокопроизводительные адаптеры. Серверы необходимо подключать к выделенному порту коммутатора в полнодуплексном режиме. При установке двух или более сетевых интерфейсов и соответствующего программного обеспечения (Windows Server 2008\2012 R2) сервер может обеспечивать подключение компьютеров к домену, управлять групповой политикой и распределять права доступа, играть роль файлового сервера, маршрутизатора или моста. При установке на жесткий диск сервера программного обеспечения SQL Server 2008 главный сервер, в дополнение к основным сетевым функциям, может играть роль сервера баз данных, обеспечивая одновременный доступ зарегистрированных пользователей к информации, размещенной в той или иной базе данных, согласно прав, установленных сетевым администратором. Серверы должны иметь возможность “горячей” замены дисковых накопителей, резервирование питания, блокировку несанкционированного доступа не зарегистрированных пользователей, средства мониторинга состояния (включая



возможность сообщения о критических событиях на пейджер администратора). Серверы так же должны иметь высоко-производительную дисковую подсистему, в качестве интерфейса которой используют шину SCSI и достаточно большой объём дискового пространства и оперативной памяти.

**Терминалы**, алфавитно-цифровые и графические, используются в клиент-серверных системах в качестве рабочих мест пользователей, а также в качестве консолей для управления сетевым оборудованием. Терминалы, как правило, имеют последовательный интерфейс RS-232 и собственную систему команд. Терминал может эмулироваться и персональным компьютером, при этом в качестве интерфейса может выступать как COM – порт, так и сетевой интерфейс.



**Сетевые принтеры, сканеры и многофункциональные устройства (МФУ)**

обеспечивают сканирование и печать заданий от множества пользователей локальной сети. В общем случае для этого требуется принт-скан-сервер – средство выборки заданий из очереди и собственно принтер и/или сканер, логически подключенные к нему. В роли принт-скан-сервера может выступать обычный компьютер, подключенный к сети, при этом принтер, сканер или МФУ должны быть подключены к его порту. Принт-скан-сервер может встраиваться в

собственно сканер, принтер, МФУ или исполняться в виде отдельного сетевого устройства. Использование разделяемых принтеров, особенно лазерных в графическом режиме с высоким разрешением, значительно нагружает сеть. Принт-сервер (сетевой принтер) желателен подключать к выделенному порту, полный дуплекс ему не нужен. Подключение принтера кабелем параллельного интерфейса территориально привязывает принтер к компьютеру, поскольку кабель имеет длину 0,5–2 м. Для принтера это не всегда удобно. Сетевые принтеры в дополнение к локальным имеют встроенный сетевой интерфейс Ethernet на 10 или 100 Мбит в секунду. В этом случае у них должно присутствовать встроенное программное обеспечение, рассчитанное на тот или иной сетевой протокол. Сетевой принтер территориально может располагаться в любом месте помещения, где есть розетка кабельной сети.

**Аппаратный принт-сервер** представляет собой микроконтроллер, снабженный сетевым интерфейсом и несколькими последовательными, параллельными или USB портами. К портам подключаются обычные принтеры. Встроенное ПО обеспечивает выборку заданий из очереди на файл-сервере. Принт-сервер обычно поддерживает протокол какой-нибудь одной операционной системы, возможность перезаписи встроенного ПО в некоторых случаях позволяет сменить протокол или улучшить предоставляемый сервис.



**Коммуникационное сетевое оборудование** не является источником или конечным получателем данных, оно является средством их передачи. Приведем краткие характеристики коммуникационного оборудования локальных сетей.

**Повторитель** является средством объединения кабельных сегментов в единый логический сегмент. В сетях на витой паре повторитель является самым дешевым средством объединения конечных узлов и других устройств в единый разделяемый сегмент.

**Мост** является средством передачи кадров между двумя и более логическими сегментами. По логике работы является частным случаем коммутатора. Скорость обычно 10\100 Мбит в секунду.

**Коммутатор** является средством организации виртуальных цепей для передачи каждого кадра между двумя его портами. Скорости портов могут быть разными у разных портов одного устройства – 10, 100 или 1000 Мбит/сек. Реальная пропускная способность ниже из-за несимметричности загрузки портов коммутатора.

**Хаб** – устройство, к которому подключаются кабели от множества конечных узлов и коммуникационных устройств. Внутренняя структура может быть различной. Чаще всего под хабом подразумевают повторитель. Сегментирующий хаб является комбинацией нескольких повторителей, между которыми может присутствовать мост.

**Концентратор** считается синонимом хаба, но может трактоваться шире - может включать набор повторителей, коммутаторов Wi-Fi роутеров и мостов, соединяющих разные технологии.

**Преобразователь интерфейсов** позволяет осуществлять переходы из



одной среды передачи данных в другую без логического преобразования сигналов. Благодаря усилению сигналов, эти устройства могут позволять преодолевать ограничения на длину линий связи. Используются для связи оборудования с разнотипными портами.



*Маршрутизатор* – устройство с несколькими физическими интерфейсами, возможно, различных сетевых технологий. Выполняет передачу пакетов данных между интерфейсами, имеющими MAC адреса.

*Брандмауэр* – устройство или программное средство, по уровню функционирования аналогичное маршрутизатору, но с более развитой системой фильтрации и малым (как правило, 2) числом портов. Для сетевых узлов присутствие брандмауэра не должно быть заметно. Используется для защиты локальных сетей от несанкционированного вмешательства извне. Обычно устанавливается между маршрутизатором и внешним интерфейсом глобальной сети. Может быть встроен в маршрутизатор или коммуникационное оборудование, подключенное к глобальной сети.

*Модем (факс-модем)* – устройство для передачи данных по выделенным или коммутируемым линиям. Интерфейс, обращенный к источнику и приемнику данных, может быть последовательным, параллельным или шиной USB.

*Модемный пул* – сборка из нескольких модемов, которые объединены общим портом с интерфейсом ЛВС. Каждый модем пула подключается к своей внешней линии. Устройство позволяет одновременно нескольким абонентам локальной сети пользоваться индивидуальными выходами во внешний мир или обеспечивать нескольким пользователям доступ к локальной сети.

*LAN-модем* – комбинация модема и маршрутизатора, имеющая в качестве интерфейса порт Ethernet (иногда несколько портов, объединенных повторителем). Позволяет одновременно пользоваться одним выходом во внешний мир группе абонентов локальной сети.

Отдельно стоит рассмотреть *концентраторы*, как неотъемлемую часть любой ЛВС. Концентраторы могут иметь различное конструктивное исполнение, каждый тип исполнения имеет определенную сферу применения:

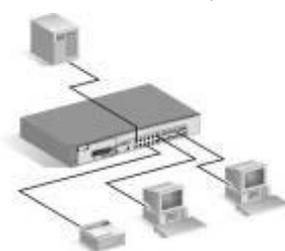
Малогабаритные концентраторы с фиксированным числом портов (4–16) – самые дешевые устройства, применяемые в небольших сетях. Они занимают мало места и могут устанавливаться на столах, полках или подвешиваться на стену. Самые дешевые из них имеют выносной адаптер питания – блок с трансформатором и выпрямителем, смонтированный прямо на питающей вилке. Такое подключение питания не предусматривает заземления, что может приводить к выходу из строя портов при подключении «на горячо» абонентов локальной сети, а также к коллизиям при работе сети.

Концентраторы с фиксированной конфигурацией формата 19” находятся в средней ценовой категории. Они предназначены для установки в шкафах или на полках. Блок питания, как правило, встроенный, заземление предусмотрено, количество портов до 36.

Модульные концентраторы выполняются в виде шасси с пассивной объединяющей шиной. Шасси снабжается источником питания. Количество портов исчисляется сотнями. Это дорогие устройства, которые оправдывают себя при большом количестве портов и высоких требованиях к надежности.

Стековые концентраторы представляют собой устройства с фиксированной конфигурацией, имеющие специальный интерфейс для объединения нескольких устройств в стек. Стек подразумевает, что несколько физических устройств выступают как единое устройство. Стек может быть локальным – устройства соединяются специальными короткими кабелями (0,3–1,5) или распределенным – устройства соединяются обычным 4-парным кабелем длиной до 100 м. Распределенный стек возможен только для повторителей 10 Мбит/с. Для коммутаторов стековый интерфейс может стать узким местом.

Одним из основных современных средств объединения локальных сетей в более крупные образования являются *маршрутизаторы*. Маршрутизатор представляет собой промежуточную систему с несколькими интерфейсами (портами), оперирующую информацией пакетов сетевого уровня, заключенных в кадры сети. Каждый порт имеет свой физический адрес (MAC-адрес), по которому к нему обращаются узлы, нуждающиеся в межсетевой передаче пакетов. С каждым из портов связываются один или несколько сетевых протоколов (IPX, IP, Apple Talk) и одна или несколько подсетей. Маршрутизатор пересылает между портами (подсетями) только те пакеты, которые предназначены адресатам подсети выходного порта. При этом возможна фильтрация – передача пакетов, удовлетворяющих определенным критериям. Маршрутизаторы используются и как средства обеспечения безопасности, препятствующие прозрачному взаимодействию между узлами разных подсетей. Маршрутизаторы необходимы для связи пространственно-удаленных подсетей, когда имеются жесткие ограничения на полосу пропускания каналов связи между ними. Маршрутизатор будет посылать в канал только те пакеты, которые действительно предназначены для получателей противоположной стороны.



Объединять подсети в более крупную сеть удается не всегда, поскольку при увеличении числа узлов подсети возникает вероятность широковещательных «штормов». Выходов может быть три – увеличивать производительность маршрутизаторов, по возможности заменять маршрутизаторы коммутаторами с поддержкой виртуальной локальной сети (ВЛС) или увеличивать количество серверов.

Отдельно рассмотрим *коммутаторы*, которые предназначены для связи подсетей в локальных сетях. Коммутаторы строятся на определенной архитектуре – каждый порт имеет собственный специализированный процессор (ASIC), занимающийся анализом кадров и пакетов для определения их точки назначения, и общий управляющий процессор. Они выполняют те же функции, что и маршрутизаторы, но с большей скоростью и дополнительными возможностями. У них, как правило, большее количество портов, а подсети можно определять для групп портов.

Списком приведенных устройств не ограничивается весь ассортимент коммуникационного оборудования, которое выпускается множеством фирм. В настоящее время производители сетевого оборудования всё чаще выводят на рынок комбинированное коммуникационное оборудование локальных сетей, состоящее из нескольких устройств в одном корпусе (мост-повторитель, концентратор-коммутатор, маршрутизатор-хаб, факс-модем-маршрутизатор и т.п.).

### **5. Сетевые протоколы - ключ к обмену информацией**

Ключевым аспектом работы вычислительной сети являются сетевые протоколы. Сетевым протоколом называют набор спецификаций и стандартов, описывающих правила обмена информацией между периферийными устройствами, объединенными в единую сеть. В большинстве локальных вычислительных сетей используется один из трех протоколов, входящих в комплект поставки операционных систем MS Windows: это TCP/IP для больших доменных сетей или сетей с возможностью подключения к Интернет, Net BEUI для небольших локальных сетей и гораздо реже – IPX/SPX – совместимый протокол, в основном для сетей, включающих в себя серверы с программным обеспечением производства компании Novell.

Установив сетевое оборудование и настроив протоколы, необходимо открыть пользователям доступ к ресурсам сервера и входящих в сеть ПК. Аналогичную процедуру следует проделать с сетевыми сканерами и принтерами, после чего потребуется установить режим использования сетевых сканеров и принтеров на всех, подключенных к сети компьютерах. При необходимости можно настроить на каждом ПК доступ к сетевым дискам других ПК – это необходимо, например, при использовании бухгалтерских программ 1С:Предприятие, ПО Windchill и др. в многопользовательском режиме.

### **6. Постановка задачи повышения производительности труда и качества выпускаемой продукции**

Основная задача современного машиностроения - минимизация сроков разработки и производства изделия при уменьшении затрат. Это не только позволяет окупить производство, но и значительно повышает экономическую эффективность производства в целом. Условия жесткой конкуренции в сфере машиностроения, диктуют предприятиям необходимость вывести на рынок высокотехнологичную и качественную продукцию в максимально сжатые сроки и, таким образом, опередить конкурентов.

Единственно верный способ решения данной задачи – внедрение технологий CAE-CAD-CAM в структуру производственных процессов предприятия. Данный вариант базируется на распределенной структуре компьютерной локальной вычислительной сети, объединяющей все структурные подразделения предприятия. Учитывая данные факты, ГП Харьковское конструкторское бюро по машиностроению имени А.А. Морозова (ГП ХКБМ), выбрало именно этот путь модернизации производства, стремясь соответствовать современным требованиям.

### **7. Аспекты развития ЛВС в ГП ХКБМ и пути решения основных проблем**

Историческая справка. Первая компьютерная сеть в ГП «ХКБМ» появилась в 80-е годы на базе вычислительного центра. Тогда в единую сеть были объединены несколько управляющих вычислительных комплексов типа СМ – 2, СМ – 4 и устройства сопряжения, подключенные к датчикам испытательных стендов. С развитием компьютерной техники и появлением персональных компьютеров перед отделом информационных технологий (ИТ) были поставлены новые задачи внедрения САД систем. Это потребовало перейти на новый уровень развития и модернизации ЛВС.

Необходимо отметить, что в большинстве случаев, создание ЛВС на крупных промышленных предприятиях происходит хаотически. Если возникает необходимость соединить несколько ПК в разных помещениях, туда прокладывался кабель, при необходимости охватить ЛВС еще одну комнату - прокладывался другой кабель. В результате, со временем, ЛВС предприятия приобретает бессистемную структуру. Дальнейшее хаотичное развитие такой ЛВС приводит к снижению надёжности и увеличению

затрат на її експлуатацію, що негативним образом отражається на продуктивності труда конструкторов и других пользователей сети. Такая тенденция не обошла стороной и наше предприятие. По причине ограниченного финансирования в первую компьютерную сеть ГП ХКБМ были объединены только конструкторские подразделения с одним сервером (см. рисунок 7.1). Эта сеть была построена по принципу сетей кампусов [1] – объединения компьютеров и мелких сетей разных отделов одного предприятия в пределах отдельного здания. Службы такой сети включали файловый обмен между мини-сетями отделов, доступ к общим данным на сервере, доступ к специализированной графической станции. Главными задачами этой сети были файловый обмен и совместное использование дорогостоящего оборудования: дисковых массивов большой емкости, графической станции формата А0 для печати конструкторской документации, цветного лазерного принтера.

В дальнейшем изначальная топология ЛВС типа "звезда" трансформировалась в "дерево"[2]. Причинами такой трансформации, являются несколько факторов, среди которых можно выделить как субъективные, так и объективные. Распределенное территориальное расположение подразделений ГП ХКБМ и ограниченное финансирование привело к тому, что мини-ЛВС разных структурных подразделений предприятия развивались обособленно друг от друга и до последнего времени не имели связи между собой. Только удешевление и упрощение технологии оптоволоконной связи позволили в последние годы начать процесс объединения всех мини-ЛВС в единую сеть предприятия.

В настоящее время ЛВС предприятия можно разделить на пять основных составляющих:

- главный сервер (ГС), точнее несколько главных серверов, на которых происходит обработка информации и хранение баз данных (БД);
- рабочие станции (РС), для ввода и обработки информации пользователями ЛВС;
- периферийные устройства (ПУ), для ввода (сканеры, мультимедийные гарнитуры), вывода (печатающие устройства, видеопроекторы) информации и связи (модем) с глобальной сетью Интернет;
- сетевое оборудование, для передачи служебной информации и пользовательских данных между главными серверами, рабочими станциями и периферийными устройствами;
- программное обеспечение (ПО) – серверные операционные системы, операционные системы рабочих станций, драйвера сетевых периферийных устройств и прикладные пользовательские программы обеспечивают управление доступом к базам данных, совместную работу пользователей в сети и эксплуатацию периферийных устройств.

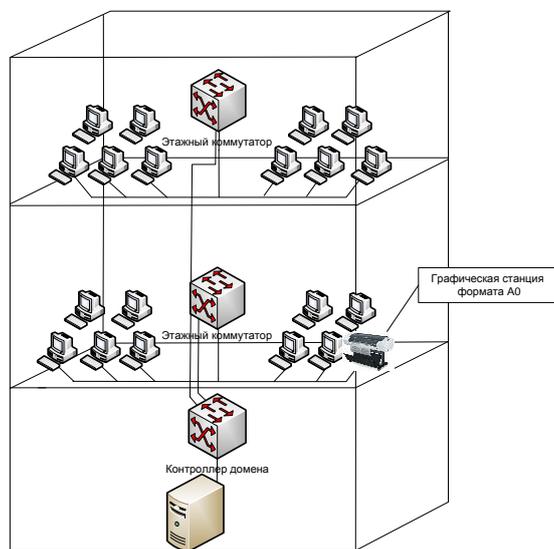


Рисунок 7.1 – Первая компьютерная локальная вычислительная сеть ГП ХКБМ

Ядром ЛВС являются главные сервера. ЛВС ГП ХКБМ существует уже более пятнадцати лет и особенности решения, поставленных перед нею, задач наложили свой отпечаток, как на специализацию главного сервера, так и на топологию сети.

Сегодня вычислительная мощь современных серверов позволяет закреплять за главным сервером выполнение сразу нескольких задач: поддержание работы сети, размещение БД и обработка запросов к ней, обеспечение доступа к Интернету и размещение корпоративного сайта. Однако, при таком подходе возникает вопрос с безопасностью находящейся на данном сервере информации, его

отказоустойчивостью и временем восстановления работоспособности. К тому же немаловажным фактором при вводе в эксплуатацию такого мощного главного сервера являются немалые единовременные капиталовложения.

Подход к созданию и функционированию ЛВС ГП ХКБМ более традиционен: для решения конкретных задач и выполнения работ выделяется один физический сервер. Такой подход более рационален в плане надежности, так как выход из строя одного ГС не парализует работу сети предприятия в целом, с другой стороны управление и поддержание работоспособности группы главных серверов более трудоемко и требует наличия высококвалифицированных специалистов отдела ИТ.

В настоящее время в ГП ХКБМ эксплуатируются 5 серверов. На рисунке 7.2 приведена Структурная схема современной компьютерной локальной вычислительной сети ГП ХКБМ:

– *главный сервер (контроллер домена)* с совмещенными функциями файлового сервера. Данный сервер развернут на базе операционной системы (ОС) Windows Server 2008 R2. Использование данной ОС позволило поднять необходимые серверные роли - DNS-сервер, службу каталогов Active Directory и файловые службы на бюджетной конфигурации сервера. В настоящее время сервер поддерживает сетевое взаимодействие между более чем 100 ПК в домене. Также данный сервер является хранилищем общей для всех подразделений ГП «ХКБМ» информации, объемом превышающим 600 Гб;

– *сервер (интернет шлюз)* с совмещенными функциями почтового сервера. Данный сервер используется для обеспечения доступа пользователей ЛВС ГП «ХКБМ» к ресурсам глобальной сети Интернет. Несмотря на то, что данный сервер эксплуатируется более 10 лет и его конфигурация претерпела минимальные изменения, однако программная конфигурация, позволяет обеспечивать возросшее в десятки раз количество активных абонентов, бесперебойным доступом к сети Интернет. Почтовый сервер, обрабатывает свыше 100 почтовых отправок за день. Следует отметить, что с целью обеспечения безусловной защиты информации интернет шлюзы не имеют ни физической, ни логической связи с ЛВС предприятия;

– *сервер 1С:Предприятие*. В ГП «ХКБМ» произведена автоматизация бухгалтерского учета на базе бухгалтерских продуктов компании 1С. Для улучшения взаимодействия с различными подразделениями, использующими бухгалтерский учет в своей деятельности (плановый, юридический и другие отделы), было принято решение под эти задачи выделить отдельный сервер. Мощность данного сервера позволяет строить планы по дальнейшей автоматизации процесса производства в ГП «ХКБМ». Так, используя данный сервер как ядро системы, планируется в ближайшее время автоматизировать складской учет, что позволит на порядок повысить оперативность подготовки производства и качество управленческих решений. Для формирования отчетных материалов, анализа и обработки планово-экономической информации рабочие станции планового отдела, находящиеся под управлением главного сервера (контроллера домена) через защищенный тоннель VPN имеют доступ к базе данных бухгалтерии, расположенной на сервере 1С:Предприятие;

– *сервер Windchill*. В настоящее время в ГП ХКБМ развернуты компоненты системы по управлению жизненным циклом изделия от компании PTC (Windchill PDMLink, Windchill ProjectLink, Windchill Quality Solutions, Creo Parametric 2.0). Используя данное ПО и проведя обучение специалистов, наше предприятие планирует повысить качество разрабатываемой КД и снизить сроки разработки новых изделий.

За короткий срок эксплуатации нового ПО произошло сокращение времени, затрачиваемого на разработку КД новых изделий. Автоматизация процесса разработки КД и безусловное соблюдение стандартов в разы снизило количество ошибок при проектировании изделий. Возможность использования базы данных ранее разработанной КД на предварительном этапе разработки, позволяет выбрать оптимальные конструктивные решения при подготовке окончательного варианта проектируемого изделия. За счет использования общего защищенного хранилища информации об изделии, количество ошибок, связанных ручным переносом данных практически сведено к нулю;

– *сервер опытно-производственной базы* построен на базе операционной системы Linux. Использование данной операционной системы обусловлено антивирусной безопасностью хранящихся на сервере баз данных комплектующих планово-диспетчерского отдела для подготовки производства. Сервер опытно-производственной базы связан межкорпусной оптоволоконной линией с контроллером домена и стандартной линией связи (витая пара) с Сервером 1С:Предприятие. Второй оптоволоконной линией данный сервер связан с рабочими станциями, расположенными на производственных участках.

В настоящее время в ГП ХКБМ завершен первый этап внедрения PLM Windchill. Дальнейшее внедрение данной системы предполагает интеграцию в общую систему помимо инженеров-проектировщиков еще и технологов, что позволит исключить брак, доработки в процессе производства и в целом повысить качество изготавливаемых изделий, одновременно сократив сроки и издержки производства.

Внедрение PLM Windchill в перспективе предполагает «вертикальную» интеграцию, когда руководящие структуры предприятия получают всю полноту информации по любому аспекту функционирования предприятия в режиме реального времени.

Оперативная и достоверная информация повысит гибкость и эффективность управленческих решений, что в значительной мере улучшит конкурентоспособность ГП «ХКБМ» на мировом рынке бронетехники.

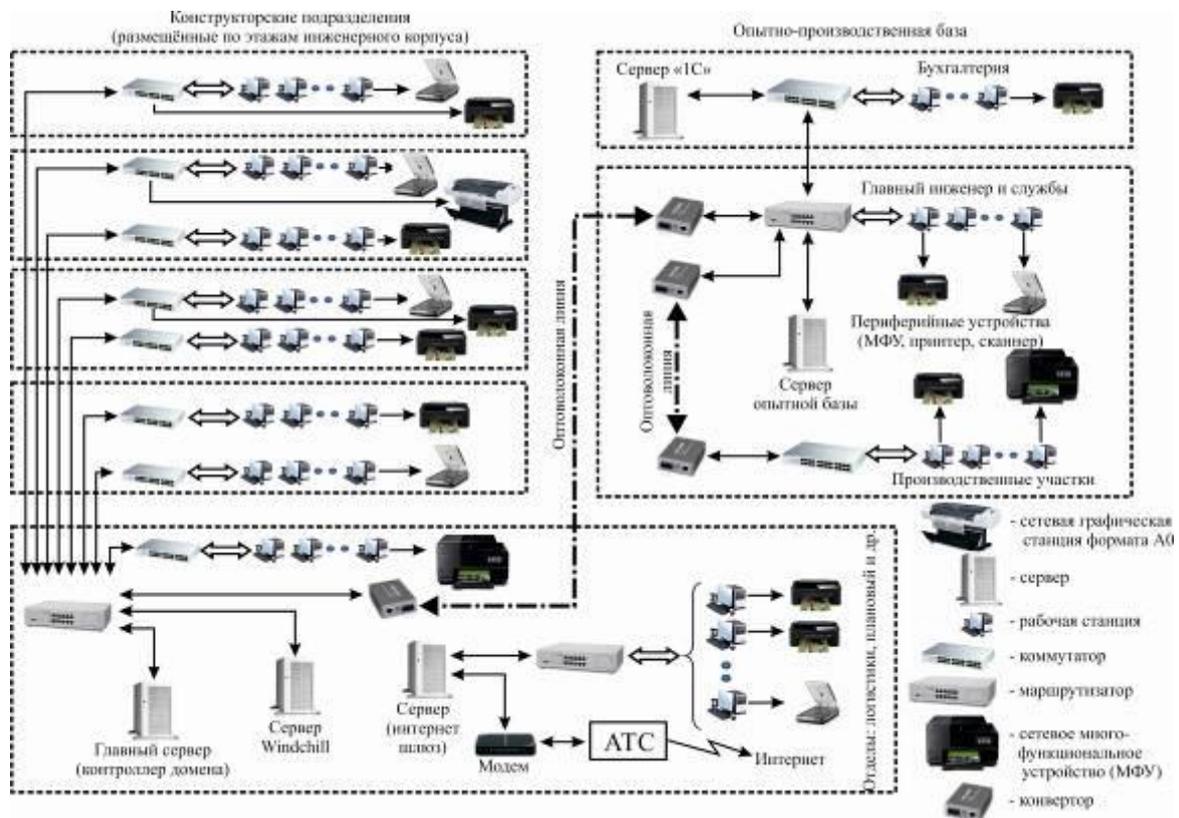


Рисунок 7.2 – Структурная схема современной компьютерной локальной вычислительной сети ГП ХКБМ

Стоит отметить, что в процессе укрупнения сети путём объединения мелких локальных подсетей отдельных подразделений возникали существенные проблемы с поддержанием работоспособности единой сети предприятия. На момент начала строительства ЛВС в ГП «ХКБМ» наиболее оптимальным решением являлось использование концентраторов (хабов), однако их пропускная способность была довольно низкой и составляла всего 10 Мбит/с, а надежность работы невысока. Поэтому для уменьшения задержек при передаче информации и, как следствие, снижения пропускной способности ЛВС, было принято решение об использовании по возможности минимального количества промежуточных каскадов между главным сервером и рабочими станциями. Однако, с появлением бюджетных высокоскоростных коммутаторов со скоростью передачи данных 100 Мбит/с от данной схемы в последствии пришлось отказаться.

С увеличением числа компьютеров до настоящего времени почти в каждом подразделении ГП ХКБМ самостоятельно, силами сотрудников, развивается своя мини-локальная сеть подразделения. При этом служба, отвечающая за развитие и эксплуатацию ЛВС из-за ограниченного финансирования не всегда в состоянии оптимально подключить всех новых абонентов в общую сеть ГП ХКБМ. Хабы в конструкторских подразделениях, устанавливаемые самостоятельно сотрудниками этих подразделений, не отличаются быстродействием, надежностью и качеством исполнения. С увеличением количества активного сетевого оборудования увеличилась и частота неисправностей – от выхода из строя отдельных портов концентраторов до отключения целых сегментов сети. Были случаи возникновения «широковещательного шторма», который неоднократно парализовывал работу всей сети [3]. Основная проблема данного явления заключается в том, что в разросшейся ЛВС оперативно выявить устройство,

являючися причиною данного явлення достаточо затрудинительно. За годы експлуатации ЛВС ГП ХКБМ трижды подвергалась данному явлению, при этом все случаи произошли из-за выхода из строя, самовольно установленных в подразделениях, дополнительных хабов.

Решение данной проблемы требует достаточно больших финансовых затрат, необходимых на приобретение нового активного высокопроизводительного сетевого оборудования, в том числе новых главных серверов, серверных операционных систем, серверов баз данных и пользовательских лицензий. В настоящее время целостность и работоспособность сети обеспечивается в основном за счет высокой квалификации обслуживающего персонала ИТ отдела. Однако дальнейшее замораживание данной проблемы ставит под вопрос, как нормальное функционирование существующей ЛВС, так и возможность её развития в будущем. Следует отметить, что сотрудниками ИТ отдела ГП ХКБМ на протяжении последних лет оперативно принимались и принимаются меры по минимизации времени восстановления работоспособности сетевого оборудования.

Перегрузка сети – это основная проблема, появившаяся с увеличением числа, подключенных к ней компьютеров. Здесь есть несколько вариантов решения.

Для повышения производительности сети представленную выше двухкаскадную структуру ЛВС можно превратить в оптоволоконную, установив на концах магистралей первого каскада пары конверторов медь – оптоволокно, и заменить «витую пару» на оптоволоконные линии (участки сети между поэтажными коммутаторами и сервером – контроллером домена). В этом случае можно повысить скорость передачи данных до 1Гб/с между этажными коммутаторами. Заменять имеющиеся коммутаторы на оптические пока нецелесообразно из-за их высокой стоимости. Освободившийся кабель «витая пара» можно использовать для подключения новых рабочих мест в подразделениях.

Дополнительно можно заменить недорогой коммутатор первого каскада на коммутатор с высокой пропускной способностью типа Cisco, позволяющий маршрутизировать IP – пакеты, разгружая тем самым главный сервер. Этот вариант решения уже используется в ГП ХКБМ.

Еще один предлагаемый вариант повышения производительности сети – установка дополнительного сервера. Так, в ГП «ХКБМ» с целью исключения перегрузки в общей ЛВС уже установлен отдельный сервер для решения бухгалтерских и планово – экономических задач.

## 8. Выводы

Компьютерная локальная вычислительная сеть ГП ХКБМ прошла практически все эволюционные этапы – от создания сетей отдельных подразделений, впоследствии развившуюся в сеть кампуса, до построения корпоративной сети, объединяющей большое количество компьютеров и периферийных устройств на всей территории предприятия.

В перспективе планируется дальнейшее укрупнение сети в первую очередь в конструкторских подразделениях, связанное с расширением внедрения САЕ-CAD-CAM технологий, создание и пополнение электронного архива конструкторской документации, автоматизации бухгалтерского и складского учета. В настоящее время ведутся работы по разработке Автоматизированной системы управления предприятием, Автоматизированной системы электронного документооборота. На предприятии внедрена электронная система ежедневной и ежемесячной отчетности структурных подразделений.

Координация совместной работы конструкторских подразделений, использование единых шаблонов конструкторской документации, возможность совместного использования архивов данных и периферийных устройств, возможность гибкого распределения и контроля выполнения работ являются результатом построения, развития и поддержания в работоспособном состоянии ЛВС ГП ХКБМ. Все это в конечном счёте приводит к повышению эффективности работы конструкторских подразделений ГП ХКБМ и предприятия в целом.

## Литература

1. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / Олифер Н.А. // Спб.: Питер, 2010. – 944 с.
2. Руководство по технологиям объединенных сетей / [перевод с англ. и ред. А.Н. Крикун] – Четвертое изд. // М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 1040 с.

3. Кларк К. Принципы коммутации в локальных сетях Cisco. / Кларк К., Гамильтон К. //М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 976 с.
4. Новиков Ю.В., Кондратенко С.В. Основы локальных сетей. Курс лекций. – М.: Интернет-университет информационных технологий, 2005. – ISBN 5-9556-0032-9, – 705 с.
5. Самойленко В.В. Локальные сети. Полное руководство. – К., 2002. – ISBN 966-7140-28-8, – 680 с.
6. Локальные вычислительные сети: Справочник. В 3-х кн / Под редакцией С.В. Назарова. – М.: Финансы и статистика, 1994. – Т. Кн.1. Принципы построения, архитектура, коммуникационные средства. ISBN 5-279-01171-1, – 208 с.

Bibliography (transliterated)

1. Olifer V.G. Kompyuternyye seti. Printsipyi, tehnologii, protokolyi. Olifer N.A. Spb.: Piter, 2010. – 944 p.
2. Rukovodstvo po tehnologiyam ob'edinennyih setey. [perevod s angl. i red. A.N. Krikun] – Chetvertoe izd. M.: Izdatelskiy dom «Vilyams», 2005. – 1040 p.
3. Klark K. Printsipyi kommutatsii v lokalnyih setyah Cisco. Klark K., Gamilton K. M.: Izdatelskiy dom «Vilyams», 2003. – 976 p.
4. Novikov Yu.V., Kondratenko S.V. Osnovy lokalnyih setey. Kurs lektsiy. – M.: Internet-universitet informatsionnyih tehnologiy, 2005. – ISBN 5-9556-0032-9, – 705 p.
5. Samoylenko V.V. Lokalnyie seti. Polnoe rukovodstvo. – K., 2002. – ISBN 966-7140-28-8, – 680 p.
6. Lokalnyie vyichislitelnyie seti: Spravochnik. V 3-h kn. Pod redaktsiey S.V. Nazarova. – M.: Finansyi i statistika, 1994. – T. Kn.1. Printsipyi postroeniya, arhitektura, kommunikatsionnyie sredstva. ISBN 5-279-01171-1, – 208 p.

УДК 65.012.45

Слюсаренко Ю.О., Шипулін О.О., Гриневич Ю.С., Максимов Р.В.

**ПРОБЛЕМИ ТА РІШЕННЯ ЛОКАЛЬНОЇ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ СІТКИ  
ВЕЛИКОГО ПІДПРИЄМСТВА**

В статті наведено огляд основних сучасних мережевих технологій та показана еволюція комп'ютерної локальної обчислювальної мережі крупного підприємства на прикладі ДП ХКБМ імені О.О. Морозова – від найпростіших міні-мереж підрозділів до корпоративної ЛОМ, яка дозволяє впровадити на великому підприємстві САЕ-САД-САМ технології, а в майбутньому – Автоматизовану електронну систему управління підприємством.

Sljusarenko J.A., Shipulin O.O., Grinevich Yu.S., Maksimov R.V.

**PROBLEMS AND DECISIONS OF THE LOCAL COMPUTER NETWORK  
OF THE LARGE ENTERPRISE**

In article there is a review of the basic modern network technologies and evolution local computer network of the large enterprise on an example of SE KMDB – from the elementary mini-networks of divisions to corporate a LAN is shown, allowing to introduce at large enterprise CAE-CAD-CAM of technology, and in the long term – the Automated electronic control system of the enterprise.