**Теоретический материал по теме:**

**Вычислительные системы и сети**

1.1. Предпосылки развития и эволюция вычислительных сетей

Концепция ВС является логическим результатом эволюции компьютерных технологий и телекоммуникаций.

50-е годы. Первые компьютеры были весьма громоздки. Они не предназначались для интерактивной работы, а работали в пакетном режиме. Программист набивал текст программы на перфокарты, относил их [вычислительный центр](http://pandia.ru/text/category/informatcionno_vichislitelmznie_tcentri/), а на другой день получал распечатанный результат. При этом подходе наиболее эффективно использовалось [рабочее время](http://pandia.ru/text/category/vremya_rabochee/) процессора.

Мейнфреймы не пропали. Сейчас они используются, так как один супермощный компьютер содержать и обслуживать легче, чет несколько менее мощных.

60-е годы. Появился новый способ организации вычислительного процесса. Начали развиваться интерактивные многотерминальные системы разделения времени. Процессор один, к нему подключено несколько терминалов. Время реакции системы было достаточно мало, так что пользователь не замечал параллельной работы с другими пользователями. Обеспечивался доступ к общим файлам и периферийным устройствам. Это внешне очень похоже на ЛВС, но такая система имеет централизованный характер обработки данных.

Сейчас этот принцип используют, например, сети [банкоматов](http://pandia.ru/text/category/bankomati/).

В это время назрела потребность объединения компьютеров, находящихся друг от друга на большом расстоянии. Началось это с решения проблемы подключения терминала к компьютеру, удаленному на сотни километров. Это производилось через телефонные линии при помощи модемов. Такие системы позволяли пользователям получить удаленный доступ к разделяемым ресурсам мощных компьютеров. Затем были реализованы связи типа компьютер-компьютер. Компьютеры получили возможность обмениваться данными в автоматическом режиме, а это уже является базовым механизмом в ВС. Так с использованием этого механизма были реализованы службы обмена файлами, электронной почтой, синхронизации [баз данных](http://pandia.ru/text/category/bazi_dannih/) и др.

70-е годы. Произошел технологический прорыв в области производства компьютеров – появились большие интегральные схемы. Появились первые мини компьютеры. Их стоимость постоянно уменьшалась, и теперь даже небольшие подразделения предприятий получили возможность иметь компьютеры. Теперь на одном предприятии имелось много разрозненных компьютеров. Возникла потребность обмена данными между близко расположенными компьютерами. Так образовались первые ЛВС. Было разработано [программное обеспечение](http://pandia.ru/text/category/programmnoe_obespechenie/) и устройства сопряжения, необходимые для взаимодействия компьютеров. Отличие от современных ЛВС в том, что для соединений использовались разнообразные нестандартные устройства со своими способами представления данных на линии и со своими кабелями. Эти устройства могли соединять только те типы компьютеров, для которых они были разработаны.

80-е годы. Широкое распространение персональных компьютеров. Они стали идеальными элементами для построения сетей. С одной стороны они были достаточно мощными для работы сетевого программного обеспечения, а с другой их мощности не хватало для решения сложных задач. Утвердились стандартные технологии объединения компьютеров в сеть Ethernet, Arcnet, Token Ring.

Современные тенденции развития ВС

·  Вместо пассивного кабеля используется более сложное коммуникационное оборудование (коммутаторы, маршрутизаторы).

·  Использование больших компьютеров (мейнфреймов).

·  Передача нового вида информации (голос, видеоизображение). Нужны изменения в протоколах и ОС, для того, чтобы не было задержек в передаче информации. Задержки при передаче файлов или почты не столь критичны.

·  Появление новых беспроводных способов связи.

·  Слияние сетей (локальных и глобальных) и технологий (вычислительные сети, телефонные сети, телевизионные сети) благодаря появлению IP-технологий.

1.2. Понятие вычислительной сети

Вычислительная сеть – это совокупность компьютеров, соединенных линиями связи. Узлы сети – конечные или промежуточные устройства, имеющие сетевой адрес. Это рабочие станции или сервера (компьютеры с сетевым интерфейсом), периферийные устройства (принтер, плоттер, сканер), сетевые телекоммуникационные устройства (модем [коллективного](http://pandia.ru/text/category/koll/%22%20%5Co%20%22%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D0%BB) пользования) и маршрутизаторы.

Линии связи образованы кабелями, сетевыми адаптерами и др. устройствами коммуникации. Все сетевое оборудование работает под управлением системного и прикладного программного обеспечения.

Благодаря вычислительным сетям пользователи получили возможность совместного использования ресурсов, программ и данных всех компьютеров.

Понятие локальная вычислительная сеть – ЛВС (англ. LAN – Lokal Area Network) относится к географически ограниченным (территориально или производственно) аппаратно-программным реализациям, в которых несколько компьютерных систем связаны друг с другом с помощью соответствующих средств коммуникаций. Благодаря такому соединению пользователь может взаимодействовать с другими рабочими станциями, подключенными к этой ЛВС.

Локальные сети могут объединяться в более крупные сети – CAN (Campus Area Network). Это сеть, расположенная в близко стоящих зданиях. Более крупные сети — это сети городского масштаба (MAN, Metropolian Area Network) и широкомасштабная сеть (GAN, Global Area Network).

Локальные сети характеризуются более высокой скоростью передачи данных от 10 Мбит/с и тем, что для них обычно прокладываются специальная кабельная система. В глобальных сетях используются уже проложенные линии связи и скорости передачи в них существенно ниже.

1.3. Компоненты ВС

1.  Аппаратная платформа

Компьютеры. От персональных компьютеров до супер ЭВМ. Набор компьютеров должен соответствовать классу задач, решаемых сетью.

Коммуникационное оборудование. Хотя компьютеры являются центральными элементами [обработки информации](http://pandia.ru/text/category/informatcionnie_seti/%22%20%5Co%20%22%D0%98%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B8) в сети, коммуникационное оборудование играет тоже важную роль. Это кабельные системы, повторители, мосты, коммутаторы, маршрутизаторы, модульные концентраторы. Они влияют как на характеристики сети, так и на ее стоимость.

2.  Программная платформа сети

Операционные системы. Эффективность работы сети зависит от того, какие концепции управления локальными и распределенными ресурсами положены в основу сетевой ОС. (Novell NetWare, Windows NT)

Сетевые приложения. Самый верхний слой сетевых средств это различные сетевые приложения: сетевые базы данных, почтовые системы, системы автоматизации коллективной работы и др.

Таблица 1. Компоненты ВС

|  |  |
| --- | --- |
| Приложения предметной области (бух. учет, автоматизированное проектирование, управление технологическими процессами и др.) | Программная платформа |
| Системные сервисы (www, e-mail, файловый, мультимедийный, IP-телефония, эл. коммерция) |  |
| СУБД |  |
| Сетевые операционные системы |  |
| Транспортная система | Аппаратная платформа |
| Компьютеры |  |

Вопрос: когда нужна сеть?

Внедрение сети на предприятии должно в конечном итоге должно повысить эффективность его работы, что отразиться в увеличении прибыли.

В производственной практике ВС играют очень большую роль. Посредством ЛВС в систему объединяются персональные компьютеры, расположенные на многих удаленных рабочих местах, которые используют совместно оборудование, программные средства и информацию. Рабочие места сотрудников перестают быть изолированными и объединяются в единую систему. Рассмотрим преимущества, получаемые при сетевом объединении персональных компьютеров по сравнению с автономными компьютерами или многомашинными системами.

1. Возможность совместного использования данных и устройств.

Это обеспечивает оперативный доступ к обширной корпоративной информации, что позволяет принимать быстрые и качественные решения. Разделение ресурсов позволяет экономно их использовать, например, управлять периферийными устройствами, такими как лазерные печатающие устройства, со всех присоединенных рабочих станций. К разделяемым ресурсам относят дисковое пространство, принтеры, модемы, факс-модемы.

Разделение программных средств предоставляет возможность одновременного использования централизованных, ранее установленных программных средств. Хотя работа такого приложения несколько замедлится (нужно время на передачу данных по сети), но такой подход облегчит администрирование и поддержку приложения.

При разделении *ресурсов процессора* возможно использование вычислительных мощностей для обработки данных другими системами, входящими в сеть. Предоставляемая возможность заключается в том, что на имеющиеся ресурсы не «набрасываются» моментально, а только лишь через специальный процессор, доступный каждой рабочей станции.

2. Совершенствование коммуникаций.

Это улучшение процесса обмена информацией между сотрудниками предприятия, клиентами, поставщиками. Сети снижают потребность предприятий в других формах передачи информации (телефон или обычная почта). Новые технологии позволяют передавать не только компьютерные данные, но и видеоинформацию. Про программы электронной почты, чаты, планировщики и говорить не приходится.

3. Высокая отказоустойчивость.

Это способность системы выполнять свои функции при отказе отдельных элементов аппаратуры и при неполной доступности данных. Основой этого является избыточность обрабатывающих узлов. При отказе узла его задачи переназначаются на другие узлы. Наборы данных могут дублироваться на ВЗУ нескольких компьютеров сети, так что при отказе одного из них данные продолжают оставаться доступными.

4. Способность выполнять параллельные вычисления.

За счет этого в системе с несколькими узлами может быть достигнута производительность, превышающая производительность отдельного процессора.

1.4. Одноранговые ЛВС и ЛВС с выделенными серверами

Существует два подхода к организации сетевого программного обеспечения. ЛВС подразделяются на два кардинально различающихся класса: *одноранговые* (одноуровневые) сети и *иерархические* (многоуровневые).

При работе в сети компьютер может предоставлять свои ресурсы сетевым пользователям (*сервер*), а может осуществлять доступ к сетевым ресурсам (*клиент*).

**Одноранговые сети**

Одноранговая сеть представляет собой сеть равноправных компьютеров (равные права доступа к ресурсам друг друга). Функции управления сетью передаются по очереди от одной станции к другой. Как правило, рабочие станции имеют доступ к дискам других станций. Целесообразно использовать одноранговые сети, если идет интенсивный обмен данными между станциями.

В одноранговых сетях все компьютеры равны в правах доступа к ресурсам друг друга. Каждый пользователь может по своему желанию объявить какой-либо ресурс своего компьютера разделяемым, после чего другие пользователи могут его эксплуатировать. В таких сетях на всех компьютерах устанавливается одна и та же ОС, которая предоставляет всем компьютерам в сети *потенциально* равные возможности.

В одноранговых сетях также может возникнуть функциональная несимметричность: одни пользователи не желают разделять свои ресурсы с другими, и в таком случае их компьютеры выполняют роль клиента. За другими компьютерами администратор закрепил только функции по организации совместного использования ресурсов, а, значит, они являются серверами. В третьем случае, когда локальный пользователь не возражает против использования его ресурсов и сам не исключает возможности обращения к другим компьютерам, ОС, устанавливаемая на его компьютере, должна включать и серверную, и клиентскую части. В отличие от сетей с выделенными серверами, в одноранговых сетях отсутствует специализация ОС в зависимости от преобладающей функциональной направленности – клиента или сервера. Все [вариации](http://pandia.ru/text/category/variatciya/) реализуются средствами конфигурирования одного и того же варианта ОС.

Достоинство одноранговой сети – простота обслуживания (это функции системного администратора). Однако эти сети применяются в основном для объединения небольших групп пользователей, не предъявляющих больших требований к объемам хранимой информации, ее защищенности от несанкционированного доступа и к скорости доступа.

**Иерархические сети**

При повышенных требованиях к этим характеристикам более подходящими являются двухранговые сети (иерархические, с выделенным сервером), где *сервер* лучше решает задачу обслуживания пользователей своими ресурсами, так как его аппаратура и сетевая операционная система специально спроектированы для этой цели.

Тип сервера определяется множеством задач, для решения которых он предназначен:

·  сервер файлов – хранение данных и управление доступом к ним

·  сервер печати – управление принтером и доступом к нему

·  сервер служб безопасности – обеспечивает функционирование системы защиты ресурсов, хранит информацию об устройствах и пользователях

·  сервер приложений – выполняет вычисляющие части клиент-серверных приложений

·  почтовый сервер – отвечает за функционирование электронной почты.

1.5. Топология ЛВС

Топология (topos – место, logos – учение) – это раздел математики, изучающий способы соединения различных сущностей. Применительно к компьютерным сетям это способы соединения элементов сети.

Топология ЛВС – это конфигурация графа, вершины которого это компьютеры или иное оборудование, дуги – физические связи между ними.

Конфигурация *физических связей* определяется электрическими соединениями. Она может отличаться от конфигурации *логических связей*, которые определяются маршрутами передачи данных путем настройки коммуникационного оборудования.

Выбор той или иной топологии влияет на состав оборудования, на [методы управления](http://pandia.ru/text/category/tehnologii_upravleniya/) сетью, на возможности расширения сети.

*Пассивная топология* та, в которой устройства не регенерируют сигнал, переданный источником. Примером являются топологии шина и звезда. В *активной топологии* устройства регенерируют не предназначенный им сигнал и передают его дальше. Примером активной топологии является кольцо.



а б в

Рис. 1 Базовые топологии

**Общая шина**

В сети с шинной топологией (рис. 1, а) все устройства объединены единой средой передачи. Все рабочие станции могут непосредственно вступать в контакт с любой рабочей станцией, имеющейся в сети. Передаваемая информация может распространяться в обе стороны. Пропускная способность канала связи делится между всеми узлами сети.

Рабочие станции в любое время, без прерывания работы всей вычислительной сети, могут быть подключены к ней или отключены. Функционирование вычислительной сети не зависит от состояния отдельной рабочей станции.

Благодаря тому, что рабочие станции можно включать без прерывания сетевых процессов и коммуникационной среды, очень легко прослушивать информацию, т. е. ответвлять информацию из коммуникационной среды.

Плюсы: низкая стоимость и простота разводки, не требуется дополнительное оборудование.

Минусы: низкая надежность и производительность. Дефект кабеля или разъема парализует всю сеть.

**Звезда**

Концепция топологии сети в виде звезды (рис. 1, б) пришла из области больших ЭВМ, в которой головная машина получает и обрабатывает все данные с периферийных устройств как активный узел обработки данных. Вся информация между двумя периферийными рабочими местами проходит через центральный узел вычислительной сети. Пропускная способность сети определяется вычислительной мощностью узла и гарантируется для каждой рабочей станции.

Кабельное соединение довольно простое, так как каждая рабочая станция связана с узлом. Затраты на прокладку кабелей высокие, особенно когда центральный узел географически расположен не в центре топологии. При расширении вычислительных сетей к новому рабочему месту необходимо прокладывать отдельный кабель из центра сети.

Топология в виде звезды является наиболее быстродействующей из всех топологий вычислительных сетей, поскольку передача данных между рабочими станциями проходит через центральный узел (при его хорошей производительности) по отдельным линиям, используемым только этими рабочими станциями. Частота запросов передачи информации от одной станции к другой невысокая, по сравнению с достигаемой в других топологиях.

Производительность вычислительной сети в первую очередь зависит от мощности центрального узла. Он может быть узким местом вычислительной сети. В случае выхода из строя центрального узла нарушается работа всей сети.

Центральный узел управления может реализовать оптимальный механизм защиты против несанкционированного доступа к информации. Вся вычислительная сеть может управляться из ее центра.

Плюсы: более высокая пропускная способность, простота подключения новых узлов, более высокая защищенность от прослушивания.

Минусы: зависимость работоспособности от состояния центра, высокий расход кабеля, более высокая стоимость.

**Кольцо**

При кольцевой топологии сети (рис. 1, в) рабочие станции связаны одна с другой по кругу, т. е. рабочая станция 1 с рабочей станцией 2, рабочая станция 3 с рабочей станцией 4 и т. д. Последняя рабочая станция связана с первой. Коммуникационная связь замыкается в кольцо. В настоящее время вместо попарного соединения используется центральное устройство, внутри которого реализована топология кольцо. Это устройство может быть активным и регенерировать сигнал, а может быть просто коммутатором.

Прокладка кабелей от одной рабочей станции до другой может быть довольно сложной и дорогостоящей, особенно если географически рабочие станции расположены далеко от кольца (например, в линию).

Сообщения циркулируют регулярно по кругу. Рабочая станция посылает по определенному конечному адресу информацию, предварительно получив из кольца запрос. Пересылка сообщений является очень эффективной, так как большинство сообщений можно отправлять «в дорогу» по кабельной системе одно за другим. Очень просто можно сделать кольцевой запрос на все станции. Продолжительность передачи информации увеличивается пропорционально количеству рабочих станций, входящих в вычислительную сеть.

Основная проблема при кольцевой топологии заключается в том, что каждая рабочая станция должна активно участвовать в пересылке информации, и в случае выхода из строя хотя бы одной из них вся сеть парализуется. Неисправности в кабельных соединениях локализуются легко.

Подключение новой рабочей станции требует кратко срочного выключения сети, так как во время установки кольцо должно быть разомкнуто. Ограничения на протяженность вычислительной сети не существует, так как оно, в конечном счете, определяется исключительно расстоянием между двумя рабочими станциями.

Минусы: низкая отказоустойчивость, разрыв сети для добавления узлов.

**Таблица 2. Характеристики топологий вычислительных сетей**

|  |  |
| --- | --- |
| Характеристика | Топология |
| Шина | Звезда | Кольцо |
| Стоимость расширения | Средняя | Незначительная | Средняя |
| Присоединение абонентов | Пассивное | Пассивное | Активное |
| Защита от отказов | Высокая | Незначительная | Незначительная |
| Размеры системы | Ограниченны | Любые | Любые |
| Защищенность от прослушивания | Незначительная | Хорошая | Хорошая |
| Поведение системы при высоких нагрузках | Плохое | Хорошее | Удовлетворительное |
| Возможность работы в реальном режиме времени | Плохая | Очень хорошая | Хорошая |
| Разводка кабеля | Хорошая | Удовлетворительная | Удовлетворительная |

Звездообразные топологии занимают лидирующие позиции в локальных сетях.

На шинной топологии основано соединение большинства системных компонентов во внутренней архитектуре компьютера.

**Производные базовых топологий**

Расширенная звездообразная топология

При такой топологии рабочие станции подключаются к нескольким концентраторам, которые в свою очередь, подключаются к одному центральному.

Плюсы: высокая отказоустойчивость (при выходе из строя одного концентратора сеть продолжает функционировать), поддержка большого числа узлов.

Минусы: высокая цена, невозможность использования более 4 концентраторов без применения коммутации.

Двукольцевая топология

Эта топология представляет собой два кольца, первое из которых является основным, а второе используется при сбое на первом.

Плюсы: высокая отказоустойчивость

Минусы: высокая цена, большой расход кабеля.

Полносвязная топология

Каждый компьютер соединен с каждым. Значит, должно быть большое количество коммуникационных портов на каждом компьютере. Для каждой пары компьютеров должна быть выделена отдельная линия связи. Это обеспечивает максимальную скорость передачи данных и очень высокую отказоустойчивость.

Минусы: так можно соединить небольшое число узлов (определяется числом портов).

Такая топология может применяться на высоких уровнях иерархии для соединения промежуточного оборудования (концентраторов, коммутаторов).

2. Открытые системы и проблемы стандартизации

2.1. Уровни сетевой архитектуры

Суть сети – соединение разного оборудования, поэтому проблема совместимости является очень острой. Нужны общепринятые правила построения оборудования и организации взаимодействия. Поэтому все развитие компьютерной отрасли отражено в стандартах. На ранних этапах развития компьютерных сетей процесс приема и передачи данных определялся каждой фирмой по своим фирменным закрытым стандартам. Приложения, работающие на оборудовании различных поставщиков, обмениваться данными не могли. Назрела необходимость принятия стандартных процедур взаимодействия. Основой этой стандартизации стал многоуровневый подход к разработке средств взаимодействия.

Одним из приемов решения сложных задач является [*декомпозиция*](http://pandia.ru/text/category/dekompozitciya/). При этом сложная задача разбивается на несколько более простых задач (модулей). Множество модулей разбивается на уровни. Множеству модулей, составляющих один уровень нужна информация только от непосредственно нижнего уровня. Между собой модули одного уровня не взаимодействуют. Результаты работы модулей передаются только на непосредственно верхний уровень. (пример: динамическое программирование).

С помощью этой схемы представляются уровни сетевого взаимодействия.

В процессе обмена участвуют две машины. С одной пользователь отправляет текстовое сообщение. Потом оно в виде электрических сигналов проходит по кабелям. При приеме эти сигналы опять преобразуются в текст.

При передаче сообщения надо согласовать все уровни приема (уровень и форма эл. сигналов, способ определения длины сообщения, метод контроля корректности и т. п.).

*Протокол* – формализованные правила, определяющие последовательность и формат сообщений, которым обмениваются сетевые компоненты, лежащие на одном уровне в разных узлах.

*Стек протоколов* – это иерархический набор протоколов, достаточный для взаимодействия узлов сети.

Так как связь компьютеров идет через различные устройства, протоколы реализуются не только компьютерами, но и концентраторами, мостами, коммутаторами, маршрутизаторами.



Рис. 2 Передача сообщения

Модули, находящиеся в одном узле взаимодействуют в соответствии с определенными правилами и с помощью стандартизованных форматов сообщений.

*Интерфейс* – правила взаимодействия модулей одного узла. Он определяет набор сервисов, предоставляемых данным уровнем соседнему.

Средства каждого уровня должны обрабатывать свой протокол и интерфейсы соседних уровней.

**Адресация узлов**

Адрес – это уникальный идентификатор узла в сети. В современных сетях для адресации узлов применяются приведенные ниже схемы.

*Аппаратные*. Эти адреса чаще всего назначаются производителями оборудования и являются уникальными адресами, так как назначаются централизовано. Для узлов, входящих в локальные сети это МАС-адрес сетевого адаптера, например, 11-А0-17-3D-BC-01.Для всех существующих технологий локальных сетей МАС-адрес имеет 6-ти байтовый формат: старшие 3 байта – идентификатор фирмы производителя, а младшие 3 байта назначаются уникальным образом самим производителем. Для узлов, входящих в глобальные сети, такие как Х.25 или frame relay, локальный адрес назначается администратором глобальной сети.

3. Линии связи

Это среда, по которой передаются электрические информационные сигналы, аппаратура, которая генерирует сигналы и промежуточная аппаратура.

*Аппаратура передачи данных* (АПД / DCE Data Circuit Terminating Equipment) – это модем, сетевой адаптер, устройства подключения к цифровым каналам.

*Промежуточная аппаратура*. Используется на линиях большой протяженности. Ее задачи:

·  улучшить качество сигнала (повторитель),

·  создать постоянный составной канал связи (коммутатор, мультиплексор).

Вся эта аппаратура прозрачна для пользователя. В зависимости от типа этой аппаратуры линии связи делятся на *аналоговые* (передаваемые сигналы имеют непрерывный диапазон значений) и *цифровые* (сигнал имеет конечное число состояний).

*Тип среды*. В зависимости от типа среды линии связи делятся на:

·  Проводные (воздушные). Это провода без изоляции и экранирующих оплеток. По ним традиционно передаются телефонные и телеграфные сигналы.

·  Кабельные (медные copper cable и волоконно-оптические fiber-optic cable)

Кабель состоит из проводников, заключенных в изоляцию (электрическую, электромагнитную, механическую). Типы кабеля:

¨  Витая пара. Twisted Pair ТР. Это скрученные медные провода. Экранированная, если провода обернуты в изоляционный экран, и неэкранированная.

¨  Коаксиальный кабель. Состоит из внутренней медной жилы и оплетки, отделенной слоем изоляции (кабельное телевидение).

¨  Волоконно-оптическй кабель, состоит из тонких волокон 5-60 микрон, по которым распространяются световые сигналы.

·  Радиоканалы наземной и [спутниковой связи](http://pandia.ru/text/category/sputnikovaya_svyazmz/). Образуются передатчиком и приемником радиоволн. Существует большое количество радиоканалов – короткие, средние, длинные волны, УКВ и СВЧ диапазоны.

Изначально конкретная технология была тесно связана с конкретным типом кабеля и топологией (Ethernet – коаксиальный кабель+шина, Token Ring – лог. кольцо, физ. звезда + STP). Т. о. кабельное хозяйство было жестко привязано к сетевой технологии. В настоящее время наблюдается тенденция использования физической звездообразной топологи для реализации любой логической топологии. Самыми распространенными кабелями стало UTP и оптоволокно.

Физическая топология и тип кабеля стали независимы от технологии передачи данных. Предлагается создать коммуникационную инфраструктуру здания, а сетевая технология станет приложением кабельной системы. Так возникли открытые структурированные кабельные системы (СКС) .

*Стандарты кабельных систем* приняты в 1995 году. В них описаны. стандарты телекоммуникационных кабельных систем жилых зданий и малых коммерческих зданий. Наиболее употребимы следующие стандарты:

·  Американский стандарт EIA/TIA-568-A

·  Международный стандарт ISO/IEC 11801

·  Европейский стандарт CENELEC EN50173

·  Стандарт компании IBM

СКС – это универсальные кабельные проводки локальных сетей, без привязки к конкретной технологии. Цель СКС:

·  определить общую кабельную систему для передачи голоса и данных, которая поддерживает подключение аппаратуры различных производителей,

·  обеспечить планирование и установку СКС, удовлетворяющую различным требованиям персонала,

·  установить критерии пропускной способности и технические характеристики различных типов кабеля. Стандарт описывает электрические, оптические и механические характеристики кабеля. Он не оговаривает, для какого протокола предназначен кабель. Это протоколы поддерживают или нет определенные типы кабелей.

3.1. Характеристики линий связи

Характеристики линий связи проверяются на эталонных воздействиях, часто это синусоидальные сигналы различной частоты.

Любой периодический сигнал можно представить в виде суммы синусоидальных колебаний различных частот и амплитуд. Например, для последовательности прямоугольных импульсов это разложение вычисляется на основании формул Фурье. Каждая такая синусоида называется гармоникой. Этот набор гармоник – спектральное разложение сигнала. Спектр можно найти, используя спектральный анализатор. Проходя по линиям связи, сигнал искажается. Особенно искажаются низко - и высокочастотные гармоники. Желательно знать, при каких частотах сигнал доходит без искажений.

1.  *Амплитудно-частотная характеристика*. Показывает, как изменяется амплитуда выходного сигнала по сравнению с получаемым для разных частот.

Знание этой характеристики позволит определить форму выходного сигнала. Для этого надо преобразовать составляющие его гармоники и сложить их. Трудность в том, что тестировать надо весь диапазон частот с мелким шагом. Поэтому на практике используются полоса пропускания и затухание.



Рис.5 Амплитудно-частотная характеристика

·  *Полоса пропускания*, Гц**.** Это диапазон частот, в котором отношение амплитуд входного и выходного сигналов не превышает заданную величину (обычно 1/2). Главное, чтобы гармоники сигнала укладывались в полосу пропускания.

·  *Затухание*, децибел, 10 lg Pвых/Pвход, Р– мощность. Pвых/Pвход=(Авых/Авход)2. Эта величина всегда отрицательная. Нужно затухание на частоте передаваемого сигнала (гармоника имеет самую большую амплитуду). Начальная скорость сигнала 60-80% от скорости света уменьшается из-за рассеивания части энергии. С повышением частоты затухание увеличивается

Затухание 6 дБ соответствует уменьшению амплитуды в 2 раза (мощности в 4 раза), 10 дБ – в 3,5 раза (мощности в 10 раз)

Витая пара кат 5 имеет затухание – не ниже 23,6 дБ для частоты 100 МГц при длине кабеля 100м. Выбрана эта частота, так как этот кабель используется для высокоскоростной передачи.

Витая пара кат 3 имеет затухание – не ниже 11,5 дБ для частоты 10 МГц при длине кабеля 100м

  *Пропускная способность, бит/с.* Характеризует макс скорость передачи данных. Зависит не только от АХЧ, но и от спектра передаваемых сигналов. Если спектр укладывается в полосу пропускания, то такой сигнал хорошо передается. Спектр сигнала зависит от способа физического кодирования.

  *Помехоустойчивость.* Способность уменьшать уровень эл. магнитных помех. Зависит от физической среды. Наиболее помехоустойчивы волоконно-оптические линии, наименее – радиолинии. Для уменьшения помех используют экранирующие оплетки.

  *Достоверность передачи данных*. Это вероятность искажения бита данных при передаче. При этом не учитываются свойства протоколов корректировать ошибки. (Величина равная 10–4 означает, что из 10000 бит один исказится).

  *Затухание*, дБ. Погонное затухание. Уменьшается с частотой.

·  *Волновое сопротивление (импеданс)*. Измеряется в Ом. Зависит от частоты. При не соответствии этого сопротивления у линии и приемника возникают отражения сигнала. Это измеряется возвратными потерями. Они должны быть большими.

·  *Активное сопротивление.* Сопротивление постоянному току. Измеряется омметром. пропорционально длине, обратно пропорционально сечению.

·  *Емкость*. Способность проводника накапливать заряд. Стараются ее уменьшить, чтобы не искажался сигнал.

·  *Перекрестные наводки на ближнем конце* (NEXT near end cross talk loss). Для витой пары паразитные емкости и индуктивности дают помеху, которая принимается за сигнал NEXT=20 log Апомехи/Асигнала Уменьшается от шага скрутки. Увеличиваются с частотой.

Такие характеристики как пропускная способность и достоверность передачи данных зависят от протокола физического уровня.

3.2. Кабели

1.  *Витая пара*. Используется во всех сетевых технологиях. Сети на основе витой пары основаны на звезде. Расстояние от активного хаба до компьютера 100 метров. Скрученная пара проводов по своим физическим свойствам существенно отличается от пары проводов, идущих параллельно. У ВП, чем мельче шаг скрутки (8 витков на 1 метр), тем меньше перекрестные помехи и больше погонное затухание.

*Неэкранированная ВП* (UTP Unshielded ТР) – кабель заключен в общий экран, но пары не имеют индивидуальных экранов. Волновое сопр. –Ом

Согласно стандарту EIA/TIA 568 разделяют 5 категорий

Таблица 4. Категории UTP

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Кат. | Класс линии | Полоса частот, МГц | Применение |
| 1 | А | 0,1 | Аналоговая телефония |
| 2 | B | 1 | Цифровая телефония, 4 Mбит/сек, 4 пары проводов |
| 3 | C | 16 | 10Base-T (Ethernet), 10 Mбит/сек |
| 4 |  | 20 | Token Ring, 16 Mбит/сек |
| 5 | D | 100 | 100Base-TX (Fast Ethernet) 100 Mбит/сек |
| 5e | D | 125 | 1000Base-TX (Gigabit Ethernet), 100 Mбит/сек |
| 6 | E1 | 200 | Не стандартизованы |
| 7 | F1 | 600 |  |

*Экранированная ВП* (STP Shielded ТР) – каждая пара обязательно имеет индивидуальный экран.

Основной стандарт – фирменный стандарт компании IBM. В нем 9 типов, причем относительно кабелей всех типов.

Таблица 5. Категории STP

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип | Конструкция | Применение |
| Type 1 | Одножильный. 2 пары скрученных проводов, экранированных проводящей оплеткой, которая заземляется +общий плетеный экран. Волновое сопр. 150 Ом. | Стационарная проводка Token Ring. Этот кабель имеет лучшие хар-ки, но громоздкий |
| Type 2 | Одножильный. 2 пары + 2 неэкранированных пары для передачи голоса. | Телефония + Token Ring. Стационарная проводка. Очень толстый тяжелый и жесткий |
| Type 6 | Многожильный. 2 пары STP 150 Ом | Шнуры для Token Ring |
| Type 8 | Многожильный плоский. 2 пары STP 150 Ом | Подковерный для Token Ring |

2.  *Коаксиальный кабель coaxial cable*

Используется в сетевых технологиях Ethernet 10Base5, 10Base2, ARCnet, FDDI, кабельном телевидении, в качестве антенного кабеля. На нем создаются топологии типа шина. Кабель состоит из центральной жилы и оплеток (диэлектрик, металлическая оплетка, внешняя оплетка). В идеале электрическое и магнитное поле остаются внутри кабеля, но реально он излучает и принимает помехи.

Таблица 6. Типы коаксиального кабеля

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Кабель | Характеристика | Применение |
| RG-8 и RG-11 | «толстый» коаксиал. Внешний диаметр 0,5 дюйма. Волновое сопр. 50 Ом. | Ethernet 10Base5 |
| RG-58/U сплошнойRG-58 A/U многожильныйRG-58 C/U военный стандарт | «тонкий» коаксиал. Внешний диаметр 0,2 дюйма. Волновое сопр. 50 Ом, но выше степень затухания. Зато более гибкий. | Ethernet 10Base2 |
| RG-59, RG-6 | Волновое сопр. 75 Ом | Кабельное телевидение |

Таблица 7 Некоторые характеристики коаксиальных сетей

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | «тонкий» коаксиал | «толстый» коаксиал |
| Максимальная длина сегмента | длина сегмента –185 м. | 500 м |
| Число сегментов | 5 (сеть строится не более чем на 4 повторителях), не более 30 узлов в сегменте | 5, не более 100 узлов в сегменте |
| Радиус сгиба | не менее 3 диаметров | не менее 5 диаметров |
| Подключение устройства к сегменту | BNC (British Naval Connector)(BNC –коннектор, T-коннектор, BNC-терминатор, баррел-коннектор ) | Трансивер соединяется с жилой спец. коннектором. Интерфейс соединения с сетевой картой AUI (Attachment Unit Interface) |

3.  *Волоконно-оптические кабели*

Состоит из сердцевины, оптической оболочки – это оптоволокно, далее защитное покрытие и [буфер](http://pandia.ru/text/category/bufer/).

Соотношение диаметров сердцевины и оболочки стандартное – 50/125, 100/140, 9,5/125 – измеряются в мкм. В зависимости от траектории распространения света различают одномодовое (SMF single mode fiber) диаметр сердцевины 8 – 9.5 мкм и многомодовое (MMF multi mode fiber) диаметр сердцевины 50 – 62.5 мкм.

В одномодовом кобеле луч идет, не отражаясь от внешнего проводника. Очень широкая полоса пропускания, но трудно изготавливать.

безразличны к электромагнитным помехам. Хорошо защищены от прослушивания. Прослушать неразрушающим способом очень дорого.

Очень дорогие [монтажные работы](http://pandia.ru/text/category/montazhnie_raboti/).

Оптоволокно изготавливается из кварцевого песка. Его запасы по сравнению с медью неисчерпаемы. Оптоволокно долговечно, его время жизни 25 лет.

Таблица 8. Сравнительные характеристики кабелей

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Тонкий коаксиальный | Толстый коаксиальный | Неэкранированная витая пара | Волоконно-оптический кабель |
| Стоимость | дороже витой пары | дороже тонкого коаксиала | самая дешевая | самыйдорогой |
| Макс. длина сегмента, м | 185 | 500 | 100 | 1-5 км |
| Макс. длина сети, м | 925 | 2500 | 400 | зав. от типа~2000 |
| Скорость передачи, Мбит/с | 10 Мбит/с | 10 Мбит/с | 4–100 Мбит/с | выше 100 Мбит/с |
| Гибкость | изгиб >3 диаметров кабеля | изгиб >5 диаметров кабеля | самый гибкий | Самый жесткий>10 диам. |
| Помехоустойчивость | средняя | худшая | лучшая |  |
| Полоса пропускания, МГц | шире, чем у ВП | 0.1–600 МГц | 10Гц-10ГГц |  |
| Волновое сопр., Ом | 50 | 50 | 100 |  |